

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA  
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA FINANČÍ

Kvantifikace rizika ve strojírenském podniku metodologií CorporateMetrics

Risk Estimation Using CorporateMetrics in an Engineering Company

Student:

Bc. Eva Dehnerová

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jiří Valecký, Ph.D.

Ostrava 2012

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Eva Dehnerová**  
Studijní program: N6202 Hospodářská politika a správa  
Studijní obor: 6202T010 Finance  
Specializace: 00 Finance  
Téma: **Kvantifikace rizika ve strojírenském podniku metodologií  
CorporateMetrics  
Risk Estimation Using CorporateMetrics in an Engineering Company**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
  2. Charakteristika metodologie CorporateMetrics
  3. Popis podnikových rizik vybraného podniku
  4. Kvantifikace rizik metodologií CorporateMetrics
  5. Závěr
- Seznam použité literatury  
Seznam zkratk  
Prohlášení o využití výsledků diplomové práce  
Seznam příloh  
Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

ALEXANDER, Carol. *Market Risk Analysis: Value at Risk Models*. 1st ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2008. 449 s. ISBN 978-470-99788-8.  
LEE, Alvin. *CorporateMetrics Technical Document*. [online]. 1st ed. New York: RiskMetrics Group, J. P. Morgan 1999. 135 s. Dostupné z: <http://www.riskmetrics.com/publications/techdocs/corpovv.html>  
ZMEŠKAL, Zdeněk et al. *Finanční modely*. 2. vyd. Praha: Ekopress, 2004. 236 s. ISBN 80-86119-87-4.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jiří Valecký, Ph.D.**

Datum zadání: 25.11.2011

Datum odevzdání: 27.04.2012

Ing. Iveta Ratmanová, Ph.D.  
vedoucí katedry



prof. Dr. Ing. Dana Dluhošová  
děkanka fakulty

„Prohlašuji, že jsem celou práci včetně příloh, vypracovala samostatně. Přílohy č. 1, 2, dané mi k dispozici, jsem samostatně doplnila.“

V Ostravě dne 27. dubna 2012

.....  
podpis studenta

## Poděkování

Ráda bych poděkovala Ing. Jiřímu Valeckému, Ph.D. za cenné rady, připomínky a náměty k vypracování diplomové práce.

## Obsah

1. Úvod.....	3
2. Charakteristika metodologie CorporateMetrics .....	4
2.1. Základní charakteristika metodologie CorporateMetrics .....	4
2.2. Výhody CorporateMetrics .....	5
2.3. CorporateMetrics v porovnání s jinými nástroji pro řízení rizik .....	5
2.4. Postup při měření tržního rizika pomocí CorporateMetrics .....	6
2.4.1. Vymezení finančního ukazatele .....	7
2.4.2. Mapování rizika společnosti.....	8
2.4.3. Generování scénářů .....	10
2.4.4. Ohodnocení finančních výsledků .....	10
2.4.5. Výpočet míry rizika.....	10
2.5. Druhy finančních rizik.....	11
2.5.1. Kreditní riziko .....	11
2.5.2. Likvidní riziko.....	12
2.5.3. Operační riziko .....	13
2.5.4. Obchodní riziko.....	13
2.5.5. Tržní riziko.....	13
2.6. Cenové změny .....	15
2.7. Value at Risk .....	15
2.7.1. Metody modelů Value at Risk.....	17
2.7.2. Marginální VaR.....	25
2.7.3. Rizikové míry odvozené od Value at Risk.....	25
2.8. Modelování volatility .....	27
2.8.1. ARCH modely.....	28
2.8.2. GARCH model .....	28
2.8.3. IGARCH.....	29
2.8.4. GJR GARCH.....	30
2.8.5. EGARCH .....	30
2.8.6. EWMA model .....	31
3. Popis podnikových rizik ve vybraném podniku.....	32
3.1. Charakteristika společnosti Prestar, s.r.o. ....	32

3.2.	Vymezení podnikových rizik společnosti.....	33
3.2.1.	Úvěrové riziko.....	33
3.2.2.	Operační riziko.....	34
3.2.3.	Likvidní riziko.....	35
3.2.4.	Obchodní riziko.....	36
3.2.5.	Tržní riziko.....	37
3.3.	Finanční toky společnosti .....	38
3.4.	Plánované výkazy společnosti na prosinec 2011 .....	40
4.	Kvantifikace rizik pomocí metodologie CorporateMetrics .....	42
4.1.	Rizikové faktory .....	42
4.1.1.	Měnový kurz CZK/EUR .....	42
4.1.2.	Cena oceli .....	44
4.2.	Modelování volatility .....	45
4.3.	Simulace filtrovaných výnosů .....	48
4.4.	Výpočet hodnoty Sales at Risk a Cash Flow at Risk.....	50
4.4.1.	Odhad výnosů společnosti.....	53
4.4.2.	Odhad nákladů společnosti.....	55
4.4.3.	Odhad výsledku hospodaření .....	57
4.4.4.	Odhad cash flow z provozní činnosti .....	59
4.4.5.	Výpočet SaR a CFaR.....	65
4.4.6.	Ekonomický kapitál.....	67
4.4.7.	Expected Tail Loss .....	69
4.4.8.	Marginální VaR.....	69
5.	Závěr .....	72
	Seznam použité literatury.....	74
	Seznam zkratk .....	77
	Seznam příloh.....	81

# 1. Úvod

Podniky se při své činnosti denně potýkají s různými druhy finančních rizik, ať už se jedná o riziko kreditní, tržní, likvidní, či operační nebo obchodní. Jednou z metodologií využívaných v rámci řízení podnikových rizik je CorporateMetrics. Aplikace této metodologie může přinést podniku výhody v podobě zvýšené transparentnosti rizik, zlepšení komunikace, usnadnění analýzy rizik či zdokonalení kontrolních postupů. V rámci metodologie CorporateMetrics hraje velkou roli především tržní riziko. Tržní riziko může ovlivňovat podnikání společnosti několika způsoby. Jedná se například o změny úrokových měr, cen akcií, cen komodit či měnových kurzů. Právě měnové kurzy mají výrazný podíl na tom, jak se vyvíjí hospodaření řady společností, zejména z důvodu rozrůstajícího se zahraničního obchodu.

Cílem diplomové práce je kvantifikace měnového a komoditního rizika ve vybraném podniku aplikací metodologie CorporateMetrics. V práci je stanoveno riziko změny peněžních toků společnosti, a to pomocí ukazatele Cash Flow at Risk. Pro odhad rizik peněžních toků je použita metoda filtrované historické simulace a také Cornish-Fisherova aproximace a dále je vypočten ukazatel Expected Tail Loss.

Práce je rozčleněna do pěti kapitol, přičemž první z nich je kapitola úvodní. Ve druhé kapitole je soustředěna pozornost na charakteristiku metodologie CorporateMetrics. Dále jsou zde uvedeny jednotlivé druhy finančních rizik, metody výpočtu Value at Risk a v závěru kapitoly je vysvětleno modelování volatility.

Obsahem třetí kapitoly je představení vybrané společnosti Prestar, s.r.o. a popis podnikových rizik, která mají vliv na hospodaření podniku a jeho peněžní toky. Je zde také zhodnocen vývoj finančních toků společnosti v minulých letech.

Čtvrtá kapitola zahrnuje výpočty hodnoty Cash Flow at Risk, Sales at Risk, Expected Tail Loss a stanovení vlivu měnového a komoditního rizika na peněžní toky společnosti. V počáteční části kapitoly je zaměřena pozornost na charakteristiku daných rizikových faktorů podniku, se kterými bude počítáno a také na modelování volatility. Dále se nachází podkapitola s výpočty SaR a CFaR na hladině významnosti 1 % a 5 % pro prosinec 2011 zahrnující také odhad provozních výnosů a nákladů, výsledku hospodaření a cash flow z provozní činnosti. Kromě samotného výpočtu SaR a CFaR jsou zde také uvedeny výsledné hodnoty Expected Tail Loss a výpočty marginálního VaR. Na základě těchto výpočtů je v závěru práce provedeno zhodnocení zjištěných výsledků.

## 2. Charakteristika metodologie CorporateMetrics

Tato kapitola je zaměřena na definování základních charakteristik týkajících se metodologie CorporateMetrics včetně jejího porovnání s jinými nástroji pro řízení rizik a popisu postupu měření rizika dle této metodologie. Dále jsou v kapitole uvedeny jednotlivé druhy finančních rizik. Značná část kapitoly je věnována vysvětlení metodologie Value at Risk a metodám modelů VaR. Závěr kapitoly pojednává o modelování volatility.

Základními prameny pro tuto kapitolu byly Lee (1999), Alexander (2008), Jílek (2000) a Arlt, Arltová (2007).

### 2.1. Základní charakteristika metodologie CorporateMetrics

CorporateMetrics představuje ucelený soubor metodologií, definic, dat a softwaru sloužící pro měření tržního rizika v podnikovém prostředí. V širším slova smyslu je metodologie CorporateMetrics zaměřena na dva finanční výsledky společnosti, a to zisk a cash flow neboli peněžní toky. Zisk i cash flow se používají zejména pro stanovení hodnoty společnosti. CorporateMetrics jednotlivým společnostem umožňuje predikovat zisk a peněžní toky pro mnoho odlišných tržních sazeb např. pro různé úrokové sazby, ceny komodit, ceny vlastního kapitálu a devizové kurzy. Z takovéto prognózy lze dále určit výši tržního rizika.

Je nutné, aby dlouhodobý horizont prognózy odpovídal dlouhodobému cyklu řízení, který je typický u podnikového plánování a řízení podniku. CorporateMetrics také zahrnuje metodiku VaR (Value At Risk). VaR je založena na hojně používaných principech pro analýzu rizika portfolia a slouží jako základní metoda pro vyčíslení tržního rizika podniku.

Mezi hlavní rysy CorporateMetrics patří: definování rizikových ukazatelů, metodické zásady, data a metody pro stanovení dlouhodobé prognózy, webové stránky a software navržený pro výpočet rizika a podávání zpráv.

**Definování rizikových ukazatelů** zahrnuje stanovení hospodářského výsledku na určité hladině rizika (Earnings at Risk - EaR), zisku na akcii na předpokládané hladině rizika (Earnings per Share at Risk - EPSaR) či peněžních toků na dané hladině rizika (Cash Flow at Risk - CFaR).

**Metodické zásady** určují jak zjistit a vysvětlit jednotlivé znaky citlivosti trhu a popsat metody, které slouží k výpočtu tržního rizika. **Data a metody pro stanovení dlouhodobé prognózy** slouží pro odhad v časovém horizontu dvou až dvaceti čtyř měsíců. **Webové stránky** obsahují historická data, stresové scénáře, dlouhodobé prognózy a metodické



diskuse. **Software**, který byl navržen, vyvinut a podporován pro výpočet rizika a podávání zpráv o výsledcích.

## 2.2. Výhody CorporateMetrics

Použití metodologie CorporateMetrics pro řízení rizik může dané společnosti přinést určité výhody.

První z nich je **zvýšená transparentnost rizik**. Jedná se o kvantifikaci rizika a jeho dopady na finanční výsledky podniku, což výrazně zlepšuje povědomí o budoucím nebezpečí v podniku.

Kvantifikace rizika, stanovení určitých opatření a podávání zpráv vede ke zlepšení **komunikace** nejen mezi vedením a podnikovými jednotkami, které předpokládají riziko, ale také mezi orgány vrcholového vedení, akcionáři, regulačními orgány, ratingovými agenturami atd.

CorporateMetrics **usnadňuje analýzu rizik** a lépe tak predikuje očekávané výnosy společnosti, které se liší pro jednotlivé podnikové strategie.

Další výhodou je **alokace kapitálu a hodnocení výkonu**. CorporateMetrics poskytuje základ pro hodnocení možného dopadu nepříznivých pohybů na trhu kapitálu podniku a umožňuje provést hodnocení projektu na základě očekávaného rizika.

Poslední výhodou je **kontrola**. Mnoho společností má zájem o zlepšení kontrolních postupů pro zajištění toho, že jejich výsledky na finančních trzích setrvají v rozumných mezích. Tyto výsledky mohou být základem pro provádění účinné firemní politiky, také podstatou pro kontrolu a redukci volatility příjmů a pro stanovení limitů.

## 2.3. CorporateMetrics v porovnání s jinými nástroji pro řízení rizik

CorporateMetrics vychází z klíčových principů metod používaných pro řízení rizik, jakými jsou RiskMetrics a VaR, a ty přizpůsobuje podmínkám podnikového prostředí.

S CorporateMetrics úzce souvisí metodika RiskMetrics. Obě metodiky slouží ke stanovení potenciálního dopadu změn tržních sazeb na finanční výsledky podniku. V případě RiskMetrics se však jedná o případné změny v průběhu časového horizontu jednoho dne či měsíce. Oproti tomu se CorporateMetrics zaměřuje na dlouhodobé časové období. Metodologie RiskMetrics je určena pro analýzu portfolia, zatímco CorporateMetrics se zaměřuje na firemní hospodářské výsledky. RiskMetrics se používá pro předpověď možných

budoucích změn v hodnotě vzhledem k tržnímu riziku portfolia finančních nástrojů, jako jsou cenné papíry s pevným výnosem, devizy, komodity, akcie a jejich deriváty.

Vzhledem ke svému zaměření na možné změny v hodnotě portfolia, je VaR vhodným prostředkem pro stanovení rizika pro portfolio manažery, kteří potřebují odhadnout možné ztráty z portfolia, většinou s ohledem na tržní index.

Metodologie CorporateMetrics je díky svému zaměření na finanční výsledky vhodná pro firemní prostředí. Používá měřítek výkonnosti, které jsou založeny na výhledech a cílech interních a akciových analytiků než na tržních indexech.

Následující tabulka zachycuje porovnání přístupů k řízení rizik používaných ve finančním a ve firemním prostředí.

I z tabulky 2.1 je zřejmé, že metodologie RiskMetrics je přizpůsobena pro finanční prostředí, avšak CorporateMetrics je zaměřeno na firemní prostředí.

Tab. 2.1 Parametry řízení rizik ve finančním a firemním prostředí

Parametr	Finanční prostředí	Firemní prostředí
Metodologie	RiskMetrics	CorporateMetrics
Míra hodnoty zisku	Hodnota portfolia	Peněžní toky
Účtování	Reálná hodnota	Nárůst, reálná hodnota
Časový horizont	Denní, měsíční	Měsíční, čtvrtletní, roční
Kritérium (měřítko)	Tržní index	Specifické cíle podniku

*Zdroj: LEE, A. Y. CorporateMetrics<sup>TM</sup> Technical Document*

## 2.4. Postup při měření tržního rizika pomocí CorporateMetrics

Jak uvádí Lee (1999), postup při měření tržního rizika lze shrnout do pěti základních kroků: vymezení finančního ukazatele, mapování rizika společnosti, generování scénářů, ohodnocení finančních výsledků a výpočet míry rizika. Těchto pět bodů, které tvoří základ CorporateMetrics, se označuje jako přístup založený na simulaci. Přístup založený na simulaci je velký soubor scénářů tržní sazby používaný ke generování rozdělení pravděpodobnosti budoucích finančních výsledků.

Za výhodu tohoto přístupu lze považovat jeho schopnost detailně popsat rozložení budoucích finančních výsledků. To je přínosem zejména pro společnosti, jejichž hospodářské výsledky se mění nelineárně se změnami tržních sazeb. V takovém případě analytické metody neposkytují dostatečnou flexibilitu pro detailní popis rozložení výsledků.

Nevýhodou přístupu založeného na simulaci ve srovnání s analytickými metodami je jeho větší náročnost z hlediska výpočtů. Pokud jsou finanční výsledky lineární funkcí tržních podmínek, mohou být adekvátní analytické přístupy.

#### 2.4.1. Vymezení finančního ukazatele

V prvním kroku společnost specifikuje finanční výsledek, pro který se následně stanoví rizikový parametr. Jde tedy o určení toho, zda se bude počítat se ziskem společnosti či s peněžními toky, neboť to jsou právě dva ukazatele, jenž hrají v podnikovém prostředí klíčovou roli.

**Zisku** společnosti je věnována velká pozornost především pro jeho využití pro měření rentability a hodnoty podniku. Zisky přímo ovlivňují tržní hodnotu společnosti, a to z toho důvodu, že jsou často používány investory a analytiky pro stanovení hodnoty společností.

Nejčastěji používanými měřítky při oceňování podniku pracující se ziskem společnosti jsou *P/E* ratio a rentabilita vlastního kapitálu *ROE*. *P/E* ratio představuje poměr tržní ceny akcie a čistého zisku na akcii. Rentabilita vlastního kapitálu vyjadřuje výnosnost vlastních zdrojů společnosti.

Zisk je ovlivňován tržním rizikem, díky tomu se stále více společností zaměřuje na volatilitu zisku. Řízením volatility zisku jsou společnosti schopny lépe řídit ceny akcií a hodnotu pro akcionáře. Pochopení závislosti zisku na změnách rizikových sazeb dává podnikům lepší možnost ochrany proti riziku, a proto lépe spravují hodnotu pro akcionáře.

**Peněžní toky** z provozní, investiční a finanční činnosti společnosti zajišťují dostatečnou likviditu podniku, tak aby veškeré jeho aktivity probíhaly hladce. Pokud peníze nemohou být generovány v dostatečném množství a ve správný čas, společnost musí odložit své investiční záměry nebo v horším případě musí čelit finančním problémům a v některých případech i bankrotu. Význam fungování peněžních toků společnosti nutí k monitorování a předpovídání zdrojů a výdajů peněžních prostředků.

Cash flow je také důležité pro analytiky a investory, kteří jej často spolu se ziskem používají pro zjištění ocenění podniku. Kromě toho cash flow poskytuje informace o likviditě a ziskovosti.

Pro společnost je také třeba kvantifikovat vliv tržního rizika na cash flow.

Existuje velké množství finančních výsledků, jejichž hodnoty mohou být ovlivněny změnami tržního kurzu, např. tržní kapitalizace, hodnota tržního portfolia, výnos vlastního kapitálu, nárůst zisku, zadluženost vlastních zbojů, ukazatel úrokového krytí. Pro měření rizika využívá metodologie CorporateMetrics zejména ukazatele *EaR*, *EPSaR* a *CFaR*.

**Earnings at Risk** (*EaR*) neboli zisk na určité hladině rizika představuje maximální možnou změnu zisku ke změně tržních faktorů na dané hladině spolehlivosti za určité časové období.

**Earnings per Share at Risk** (*EPSaR*) čili zisk na akcii na dané hladině rizika je druhem zisku na určité hladině rizika za předpokladu, že počítáme se ziskem na akcii.

**Cash Flow at Risk** (*CFaR*) jsou peněžní toky společnosti na určité hladině rizika. Tento ukazatel vyjadřuje maximální možnou změnu peněžních toků ve vztahu ke změně tržních faktorů na dané hladině spolehlivosti za dané časové období.

Je zde také nutné vymezit časový horizont a hladinu spolehlivosti pro stanovení míry rizika.

#### 2.4.2. Mapování rizika společnosti

Druhý krok se nazývá mapování rizika společnosti. Na základě předchozího kroku si společnost určila finanční výsledky, jejichž budoucí vývoj bude odhadován, a to buď zisky, nebo peněžní toky. Také je stanoven finanční ukazatel, se kterým se bude počítat: *EaR*, *EPSaR* či *CFaR*.

Mapování rizika společnosti lze charakterizovat jako proces identifikace toho, jak kolísání tržních sazeb ovlivňuje hospodářský výsledek společnosti. Mapování rizika může být realizováno několika způsoby, např. formou rovnic, modelů nebo finančních výkazů.

Pro každou společnost a pro každou situaci je proces mapování rizika odlišný a jedinečný. I kvantitativní vztahy mezi finančními výsledky a proměnnými na trhu mohou mít různou podobu. Nejčastěji se jedná o vztahy lineární, v ekonometrickém modelování se pak mohou vyskytovat vztahy složitější. Nelze také opomenout odlišnosti v podobě různých účetních zvyklostí pro výpočet zisku v jednotlivých zemích a odvětvích.

Hodnota zisku se stejně jako u ostatních finančních výsledků mění se změnou tržních sazeb. V tabulce 2.2 je zachyceno několik ziskových složek a také druhy tržního rizika, které na ně mají vliv.

Tab. 2.2 Ziskové složky a jejich rizika

<b>Zisková složka</b>	<b>Tržní riziko</b>
Tržby mezi různými společnostmi a státy	Měnové riziko, komoditní riziko
Náklady na prodané zboží mezi různými společnostmi a státy	Měnové riziko, komoditní riziko
Provozní náklady mezi různými společnostmi a státy	Měnové riziko, komoditní riziko
Úrokové náklady	Úroková sazba
Zisky a ztráty z přeceněných účtů	Měnové riziko
Zisky a ztráty z finančních kontraktů	Měnové riziko, úrokové riziko, komoditní riziko, riziko vlastního kapitálu

*Zdroj: LEE, A. Y. CorporateMetrics™ Technical Document*

Také peněžní toky neboli cash flow lze vyjádřit jako funkci tržní sazby. V praxi je obvykle těžké odhadnout načasování peněžních toků, neboť počet plateb v hotovosti a příjmů je často pro většinu firem enormní, a dny, kdy byly platby a příjmy uskutečněny, je nesnadné určit. Stanovení vlivů, které působí na cash flow je významné z hlediska potenciálního dopadu tržního rizika na peněžní toky a také na činnosti podniku jako celku. Následující tabulka uvádí jednotlivé složky cash flow a druhy tržních rizik, které je ovlivňují.

Tab. 2.3 Složky cash flow a jejich rizika

<b>Složka cash flow</b>	<b>Tržní riziko</b>
Tržby	Měnové riziko, komoditní riziko
Náklady na prodané zboží	Měnové riziko, komoditní riziko
Peníze na jiné výdaje, smluvní závazky a daně	Měnové riziko
Investiční činnosti	Měnové riziko, úrokové sazby, komoditní riziko, riziko vlastního kapitálu
Finanční činnosti	Měnové riziko, úrokové sazby, riziko vlastního kapitálu

*Zdroj: LEE, A. Y. CorporateMetrics™ Technical Document*

### **2.4.3. Generování scénářů**

Významnou činností podniků je předpovídání tržních sazeb v delším časovém horizontu, který většinou odpovídá podnikovému plánu. Obchodní plánování se zaměřuje především na období do jednoho nebo dvou let v rámci strategického plánu, který bývá tvořen na delší období, cca 5 let. Měření tržního rizika, které představuje základ pro stanovení finančních výsledků pro plánovací horizonty (např. 2 až 24 měsíců), vyžaduje takové scénáře tržních kurzů, jež odpovídají danému časovému horizontu. Pro tvorbu těchto scénářů musí společnosti nejdříve predikovat modely, které zobrazují rozdělení pravděpodobnosti tržních proměnných.

Existuje řada metod pro určení dlouhodobých prognóz. Rozlišit můžeme tři základní přístupy, které zahrnují použití aktuálních informací o trhu (jako jsou např. forwardové sazby), ekonomických modelů nebo uživatelsky definované scénáře. Nejznámější metodou používanou pro generování scénářů je simulace Monte Carlo.

Generace scénářů vyžaduje určení rozdělení pravděpodobnosti tržních sazeb pro jednotlivá období. Následně se vyberou vzorky z rozdělení pravděpodobnosti a určí se matematický model, který bude nejvhodnější pro simulaci scénářů.

V rámci CorporateMetrics jsou scénáře tržních sazeb definovány jako cesta pro jednu či více proměnných na trhu během určitého časového horizontu.

### **2.4.4. Ohodnocení finančních výsledků**

Dalším krokem v procesu měření rizika je ohodnocení finančních výsledků pomocí map a scénářů tržního kurzu. Ocenění znamená buď použití rovnice pro výpočet zisku či cash flow nebo jejich jednotlivých částí nebo aktualizaci očekávaných výkazů s novými scénáři tržních sazeb pro stanovení očekávaných finančních výsledků. Hodnotu očekávaných finančních výsledků získáme dosazením tržních sazeb do vygenerovaných scénářů. Výsledkem tohoto postupu je rozdělení pravděpodobnosti možných výsledků.

### **2.4.5. Výpočet míry rizika**

V posledním kroku procesu jsou použitím zjištěného rozdělení finančních výsledků spočítány statistické ukazatele, popisující rozdělení a určující rizikovost dosažených výsledků. Ukazateli, pomocí kterých společnosti charakterizují rizikovost výsledků, jsou směrodatná

odchylka, interval spolehlivosti, maximální ztráta a průměrná ztráta. Tyto statistické míry lze vypočítat ze všech rozdělení finančních výsledků.

**Směrodatnou odchylku** (Standard deviation) lze vyjádřit jako symetrickou míru rozptylu od předpokládané střední hodnoty finančního výsledku. Jestliže mají finanční výsledky normální rozdělení, hladina spolehlivosti může být odvozena od směrodatné odchylky. V případě, že finanční výsledky nemají normální rozdělení, nelze pomocí směrodatné odchylky určit hladinu spolehlivosti pro jednotlivé finanční výsledky.

**Interval spolehlivosti** či hladina spolehlivosti (Confidence level) představuje pravděpodobnost, že finanční výsledek neklesne pod tento stanovený interval spolehlivosti. Použitá úroveň spolehlivosti závisí na rozhodnutí společnosti a odvíjí se zejména od toho, jaké riziko má být podstoupeno. Nejčastěji používanými hladinami spolehlivosti je 90%, 95% nebo 99% hladina spolehlivosti. Ve srovnání se směrodatnou odchylkou je stanovení hladiny spolehlivosti jednodušší a více intuitivní.

**Maximální ztráta** (Maximal shortfall) je hodnota, která určuje maximální částku, o kterou může finanční výsledek klesnout vzhledem ke stanovené cílové úrovni na dané hladině spolehlivosti. Výše finančních výsledků na dané hladině spolehlivosti je následně srovnávána s cílem, z něž lze odvodit maximální ztrátu.

**Průměrná ztráta** (Average shortfall) je popisována jako očekávaná hodnota, o kterou finanční výsledky mohou v průměru klesnout na dané hladině spolehlivosti.

## 2.5. Druhy finančních rizik

Na finančních trzích existují finanční rizika, která lze definovat jako potenciální finanční ztrátu subjektu z daného finančního nebo komoditního nástroje či z finančního nebo komoditního portfolia. Můžeme rozlišovat pět základních druhů finančních rizik. Těmi jsou úvěrové (kreditní), tržní, likvidní, operační a obchodní riziko. Zdrojem pro tuto podkapitolu je především Jílek (2000).

### 2.5.1. Kreditní riziko

Kreditní riziko nazývané také jako úvěrové riziko, je spojeno s neschopností či neochotou protistrany hradit své závazky dle podmínek kontraktu. Dlužník tak způsobí věřiteli ztrátu. Toto riziko tedy může vzniknout při úvěrových, investiční či obchodních aktivitách, při platebním styku a vypořádávání cenných papírů atd.

Jak uvádí Jílek (2000) kreditní riziko lze členit na další kategorie, a to přímé úvěrové riziko, riziko úvěrových ekvivalentů, vypořádací riziko a riziko úvěrové angažovanosti.

**Přímé úvěrové riziko** (direct credit risk) je možné definovat jako riziko ztráty vznikající při selhání partnera u tradičních položek rozvahy v plné či částečné hodnotě. Týká se zejména úvěrů, půjček, vkladů, dluhopisů, směnek atd. Přímé úvěrové riziko je považováno za nejstarší a také nejdůležitější finanční riziko.

**Riziko úvěrových ekvivalentů** (credit equivalent exposure) představuje riziko ztráty ze selhání partnera u podrozvahových položek. Jedná se o riziko spojené s poskytováním úvěrových příslibů, poskytováním úvěrových záruk, poskytováním nebo potvrzováním dokumentárních akreditivů, derivátů atd. Stanovení tohoto rizika vyhází z výpočtu úvěrových ekvivalentů.

**Vypořádací riziko** (settlement risk) charakterizujeme jako riziko ztráty ze selhání transakcí v rámci vypořádání. Jde především o situaci, kdy hodnota partnerovi byla dodána, ale hodnota od partnera ještě není k dispozici. Dále se může jednat o situace, kdy z důvodů technických problémů je přerušeno vypořádání, i když partner je schopen a ochoten dodávku nebo vypořádání uskutečnit.

**Riziko úvěrové angažovanosti** (large credit exposure risk) bývá také nazýváno jako riziko koncentrace portfolia. Lze jej popsat jako riziko ztráty z angažovanosti vůči jednotlivým partnerům, skupinám partnerů a spřízněným osobám, partnerům v jednotlivých zemích (riziko země), ekonomickým sektorům, jednotlivým kontraktům atd.

Ve snaze vyhnout se kreditnímu riziku se jednotlivé instituce snaží obchodovat s důvěryhodnými protistranami či využívat vzájemné rámcové dohody o započtení neboli nettingu a o kolaterálech.

### 2.5.2. Likvidní riziko

Likvidní riziko lze členit na dvě další kategorie, a to riziko financování a riziko tržní likvidity.

**Riziko financování** (funding risk) představuje riziko ztráty v případě aktuální platební neschopnosti podniku. Jde tedy o riziko neschopnosti zajistit hotovost na portfolio aktiv a pasiv při daných splatnostech a úrokových mírách.

**Riziko tržní likvidity** (market liquidity risk) nastává v situaci, kdy je na trhu s finančními nástroji malá likvidita, která brání rychlé likvidaci pozic, což vede k omezenému



přístupu k peněžním prostředkům. Toto riziko je založeno na poklesu likvidity nástrojů na trhu, a tudíž nebude existovat výhodná cena, za kterou bude možné tyto nástroje prodat.

### **2.5.3. Operační riziko**

Operační riziko v sobě zahrnuje transakční riziko, riziko operačního řízení a riziko systémů.

**Transakční riziko** (transaction risk) je možné definovat jako riziko ztráty u prováděných operací z důvodů chyb při provádění těchto operací. Může se jednat o chyby vyplývající ze složitosti daných produktů a neschopnosti daných systémů je provádět, chyby v zaúčtování či vypořádání obchodů atd.

**Riziko operačního řízení** (operation control risk) znamená riziko ztráty z chyb v řízení aktivit v situacích jako neidentifikovatelné obchody nad limit, neautorizované obchodování, podvodné operace, chybné zaúčtování a padělání operací, praní peněz apod.

**Riziko systémů** je riziko ztráty, která vznikne v důsledku chyb v systémech podpory. Jsou to především chyby v počítačových programech, v matematických modelech, v podpůrných systémech či při přenosu dat.

### **2.5.4. Obchodní riziko**

Obchodní riziko představuje nejistotu ve vývoji budoucích finančních výsledků v souvislosti s obchodními rozhodnutími společnosti. Je spojeno s rozhodnutím společnosti o uskutečněných obchodech v rámci cizích zemí.

Obchodní riziko zahrnuje řadu dalších rizik, konkrétně právní riziko, riziko změny úvěrového hodnocení, reputační riziko, daňové riziko, riziko měnové konvertibility, riziko pohromy a regulační riziko.

### **2.5.5. Tržní riziko**

V rámci metodologie CorporateMetrics hraje velkou roli především tržní riziko. Oproti obchodnímu riziku se tržní riziko odkazuje na nejisté budoucí finanční výsledky, které vyplývají ze změny tržního kurzu. Tržní riziko může ovlivňovat podnikání společnosti několika způsoby. Jedná se například o změny úrokových měr, cen akcií, cen komodit nebo měnových kurzů. Na základě toho dělíme tržní riziko na úrokové, akciové, komoditní a měnové.

**Úrokové riziko** (interest rate risk) znamená riziko ztráty způsobené změnami cen nástrojů citlivých na úrokové míry. Toto riziko představuje riziko ztráty z možného nepříznivého či příznivého vývoje ceny daného úrokového nástroje, díky snížení či zvýšení ceny tohoto nástroje. Jedná se o riziko ze změny úrokových měr, změny tvaru výnosové křivky, změny volatility úrokových měr, změny vztahu nebo rozpětí mezi úrokovými indexy, či předčasného splacení jistiny.

**Akciové riziko** (equity risk) je popisováno jako riziko ztráty ze změn ceny nástrojů citlivých na ceny akcií. Konkrétně jde o riziko ze změny cen akcií, změny volatility cen akcií, změny cenových indexů mezi akciemi nebo akciovými trhy nebo změny dividend.

**Komoditní riziko** (commodity risk) je rizikem ztráty ze změn cen nástrojů citlivých na ceny komodit. Lze ho popsat jako riziko ze změny cen komodit, změny vztahu mezi spotovými a forwardovými cenami komodit, změny volatility cen komodit nebo změny cenového rozpětí mezi různými komoditami.

**Měnové neboli devizové riziko** (currency risk, foreign exchange risk) se definuje jako riziko ztráty ze změny cen nástrojů citlivých na měnové kurzy. Měnové riziko je riziko vyplývající ze změny spotového měnového kurzu či ze změny volatility měnového kurzu.

Dále se vyskytují také dvě další kategorie tržního rizika, a to korelační riziko a riziko úvěrového rozpětí. S těmito druhy rizika se setkáváme při zajišťování pomocí derivátů.

**Korelační riziko** (correlation risk) neboli bazické riziko zahrnuje riziko ztráty z porušení historické korelace mezi jednotlivými rizikovými kategoriemi, nástroji, produkty, měnami a trhy.

**Riziko úvěrového rozpětí** (credit spread risk) je rizikem ztráty ze změn rozpětí u cenných papírů různého úvěrového hodnocení.

Pro každou kategorii tržního rizika existují dva parametry, kvalitativní a kvantitativní parametr. Kvalitativním parametrem u úrokového rizika je měna a splatnost či durace nástroje, u akciového rizika se jedná o národní trhy a emitenty, u měnového rizika o měnu a u komoditního rizika o komoditu. Kvantitativní parametr informuje o hodnotě daného nástroje v aktivech nebo pasivech. „Velikost úrokového, akciového, měnového a komoditního rizika je přímo úměrná rozdílu hodnot nástrojů se stejným kvalitativním parametrem v aktivech a pasivech“, Jílek (2000, str. 76).

## 2.6. Cenové změny

Riziko se obvykle vyskytuje ve spojitosti s cenovými změnami finančních aktiv. S touto cenovou změnou se zde pracuje jako s náhodnou veličinou.

Lze rozlišit několik forem cenových změn, a to absolutní cenové změny, relativní cenové změny či logaritmické cenové změny. Pojem výnos vyjadřuje cenovou změnu, která je vymezena relativně k nějaké výchozí hodnotě.

Absolutní cenová změna  $D_t$  je vysvětlena jako absolutní změna ceny v čase  $t$  v porovnání s výší ceny v čase  $t-1$

$$D_t = P_t - P_{t-1}, \quad (2.1)$$

kde  $P_t$  je cena v čase  $t$ ,  $P_{t-1}$  je cena v čase  $t-1$ .

Relativní cenovou změnu  $R_t$  lze charakterizovat jako podíl absolutní změny k ceně  $P_{t-1}$ . Relativní cenová změna či diskretní výnos neboli diskretní míra zisku vychází v procentech dle vzorce

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}. \quad (2.2)$$

Logaritmická cenová změna, nazývaná také jako spojitý výnos  $r_t$ , je definována za předpokladu, že se celkový hrubý výnos rovná výrazu  $(1 + R_t)$  a lze ji vyjádřit pomocí vztahu

$$r_t = \ln(1 + R_t) = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) = p_t - p_{t-1}, \quad (2.3)$$

kde  $r_t$  je logaritmická cenová změna,  $p_t$  je přirozený logaritmus ceny  $P_t$ ,  $p_{t-1}$  je přirozený logaritmus ceny  $P_{t-1}$ . Logaritmická cenová změna má největší využití v rámci metodologie CorporateMetrics.

## 2.7. Value at Risk

Finanční řízení a rozhodování zahrnuje celou řadu složitých činností a úloh. Jednou z těchto úloh je i řízení a eliminace finančního rizika, které vzniká z výrazné nestability finančních trhů. Tato nestabilita vede k vysoké volatilitě finančních aktiv a portfolií. Lze rozlišovat několik druhů rizik, zejména tržní riziko, kreditní riziko atd. Klasifikace rizik je uvedena v podkapitole 2.5. Zásadní literaturou pro tuto podkapitolu jsou Alexander (2008), Ambrož (2011), Cipra (2008), Jílek (2000), Jorion (2007) a Zmeškal (2004).

Velmi používanou metodou pro eliminaci potenciálních velkých ztrát je metoda Value at Risk. Modely *VaR* se začaly používat v 80. letech v Americe spolu s rozvojem derivátového trhu, kde s nimi pracovaly velké americké banky. Vznik finančních derivátů přinesl nové možnosti v oblasti řízení rizik. „Modely *VaR* počítají ekonomické ztráty na portfoliovém základě, a to bez ohledu na rizikovou kategorii“, Jílek (2000, str. 411). Dalším důvodem vzniku těchto modelů bylo tržní přeceňování nederivátových a derivátových nástrojů. Nedostatky durační analýzy, jejíž význam se zvyšoval s růstem obchodování, vyústily k používání modelů *VaR*.

Value at Risk lze charakterizovat jako potenciální ztrátu na dané hladině pravděpodobnosti za určité časové období. Matematicky je *VaR* kvantil (percentil) rozdělení pravděpodobnosti během určité doby držení, stanovený dle určitého historického období. Pro správný výpočet *VaR* je nutné správně ocenit celé portfolio při různých scénářích.

Metody *VaR* mají široké využití, slouží např. ke stanovení kapitálové přiměřenosti, k řízení finančních rizik, k integraci různých druhů rizik do jedné hodnoty, k alokaci investičních prostředků, ke stanovení defaultu či ratingu, k tvorbě portfolií, k hodnocení obchodníků či k dosažení informovanosti, jak tvrdí Cipra (2008).

Ve srovnání se standardními metodami měření rizika mají standardní metody dva nedostatky, neboť pouze částečně berou v úvahu korelace mezi kategoriemi tržních rizik a také mezi rizikovými faktory. Dále také neberou v úvahu užitek z diverzifikace různých rizik v jednom portfoliu. A za druhé nepracují s volatilitou v rámci jednotlivých rizikových faktorů.

Určení *VaR* je založeno na tom, aby pravděpodobnost, že z portfolia aktiv bude zisk menší než předem stanovená hladina zisku, byla rovna stanovené hladině pravděpodobnosti  $\alpha$ . *VaR* představuje ztrátu a vychází z toho, že zisk se dá formulovat také jako záporná ztráta. Tuto skutečnost je možné zapsat tímto způsobem

$$\Pr(\Delta\tilde{\Pi} \leq +ZISK) = \alpha, \quad (2.4)$$

kde  $\Delta\tilde{\Pi}$  je přírůstek zisku, *ZISK* je předem stanovená hladina zisku,  $\alpha$  je hladina pravděpodobnosti.

Jelikož je úroveň rizika v metodě *VaR* vyjádřena jako ztráta, *VaR* tedy určuje hodnotu této ztráty. Když zisk vyjádříme jako zápornou ztrátu ( $ZISK = -VaR$ ), můžeme předchozí vzorec upravit

$$\Pr(\Delta\tilde{\Pi} \leq -VaR) = \alpha. \quad (2.5)$$

Tento vztah je základní rovnicí pro stanovení hodnoty *VaR*.

Tato definice metody Value at Risk představuje absolutní vyjádření VaR. Dále také existuje také relativní a marginální VaR. Relativní Value at Risk lze definovat jako riziko nižšího výkonu vzhledem k nějaké výchozí hodnotě, např. akciovému indexu. Relativní VaR je využívána zejména institucionálními investory, a to díky tomu, že porovnává jejich výkonnost s určitou cílovou hodnotou. Marginální VaR je chápána jako míra, o kterou vzroste absolutní nebo relativní VaR portfolia při dodání nebo vynětí nástroje, který nejvíce přispívá k riziku portfolia. Podrobněji je marginální VaR charakterizován v níže uvedené podkapitole.

### **2.7.1. Metody modelů Value at Risk**

Pro stanovení odhadu hodnoty Value at Risk se používá celá řada metod, které se vyznačují výraznou flexibilitou. Neexistuje žádná standardní metoda VaR a banky či podniky tak mohou pružně volit mezi jednotlivými modely. Modely VaR se liší především v metodách simulace změn rizikových faktorů a v metodách transformace změn rizikových faktorů na změnu hodnoty portfolia. Mezi jednotlivými VaR, jež byly vypočteny různými metodami, se obvykle objevují velké rozdíly.

Metody výpočtu Value at Risk můžeme rozčlenit na parametrické a neparametrické. Parametrické metody vycházejí ze statistických parametrů modelovaného rizika. Mezi tyto metody můžeme řadit např. metody využívající kovarianční matice. Neparametrické metody lze označit jako simulační metody, které jsou založeny na historických datech.

Dále jsou popsány základní metody stanovení VaR, a to metoda variancí a kovariancí, metoda historické simulace a metoda Monte Carlo.

#### **Metoda variancí a kovariancí**

Metoda variancí a kovariancí bývá také označována jako parametrická metoda či analytická metoda. Pro zjištění budoucích potenciálních ztrát portfolia metoda vychází ze statistiky o volatilitách hodnot v minulosti a korelací mezi změnami hodnot. Volatilita a korelace se stanovují pro danou dobu držení a historické období dle historických údajů. Metoda vychází z určitého rozdělení pravděpodobnosti rizikových faktorů a korelace mezi nimi.

Postup metody je takový, že se stanoví rozdělení pravděpodobnosti možných změn hodnoty portfolia pro mnoho scénářů. Parametrická simulace je v nejjednodušší podobě založena na předpokladu, že změny rizikových faktorů mají normální rozdělení a že korelace mezi nimi je stabilní.

Metoda má vysoké požadavky co se týče informací. Platí zde, že využívání jen historických údajů vylučuje použití důležitých informací, které lze vzít v úvahu korelacemi koeficientů či použitím vah. Údajům z minulosti se buď přiřadí stejné váhy, nebo se přiřadí vyšší váhy bližším údajům, díky čemuž se sníží změny ve volatilitách a korelacích.

Za předpokladu normálního rozdělení a za předpokladu, že výnosy jsou v čase nezávislé a mají stejné rozdělení pravděpodobnosti v čase, lze VaR vyčíslit dle vztahu

$$VaR_{\alpha} = \Phi^{-1} \cdot (1 - \alpha) \cdot \sigma - \mu, \quad (2.6)$$

kde  $\mu$  je střední hodnota,  $\sigma$  je směrodatná odchylka a  $\Phi^{-1}$  je distribuční funkce normovaného normálního rozdělení pravděpodobnosti. V případě, kdy chceme stanovit VaR pro delší časové období a pracujeme s denními daty, má rovnice tvar

$$VaR_{n,d} = \Phi^{-1} \cdot (1 - \alpha) \cdot \sqrt{n} \cdot \sigma - n \cdot \mu, \quad (2.7)$$

kde  $n$  je počet dnů. Nedostatkem tohoto postupu je, že se nesmí použít v případě shlukování volatility (kdy používáme model GARCH či EWMA) a v případě, kdy se u výnosů vyskytuje autokorelace.

K nevýhodám této metody se řadí fakt, že je nutné mít předpoklad o rozdělení pravděpodobnosti. Dalším nedostatek se projevuje v tom, že metodu lze použít pouze na portfolia, která neobsahují opce či opční výplatní funkci.

## Metoda historické simulace

Tato metoda počítá potenciální budoucí ztráty pomocí údajů o historických hodnotách. U metody historické simulace se simulují potenciální ztráty bez zavádění jakýchkoli předpokladů o rozdělení pravděpodobnosti, tedy pro daný historický scénář bez ohledu na jeho pravděpodobnost.

Výhodou metody historické simulace tedy je, že nedělá předpoklady o rozdělení pravděpodobnosti rizikových faktorů, nepracuje s žádnými explicitními či stabilními korelacemi mezi faktory. Dalšími klady je její relativní jednoduchost a skutečnost, že nejlépe vystihuje hodnotu VaR nelineárních nástrojů. Historická simulace tedy není omezena jen na lineární portfolio, jak je tomu u jiných metod. Metoda je mimo jiné schopna poskytnout výsledky koeficientu špičatosti a šikmosti, hodnotu rizika při alternativní spolehlivosti atd.

Za nevýhodu lze považovat fakt, že je třeba dostatečného množství historických simulací, a že výsledky jsou závislé na to, jaká data byla použita.

Historická simulace počítá změnu hodnotu portfolia pomocí skutečných historických dat rizikových faktorů. Výpočet se provádí pro každé jednotlivé období zvlášť. Výsledkem metody je časová řada zisků a ztrát, ke kterým by došlo. Odhadnutá Value at Risk na určité úrovni spolehlivosti je tedy skutečná ztráta, ke které by došlo během období.

Při výpočtu VaR metodou historické simulace může nastat situace, kdy při použití dlouhého období dojde ke změně podmínek na trhu. Je zde tedy porušen předpoklad konstantní volatility v čase, a zjištěné výsledky mohou být proto nepřesné. Možností jak se vyhnout tomuto nedostatku, je využití filtrované historické simulace, čímž dané výnosy filtrujeme tak, že z nich odstraníme staré informace. Filtrovaná historická simulace vychází z předpokladu, že standardizované výnosy mají standardizované normální rozdělení, přičemž standardizované výnosy se vypočítají dle vzorce

$$Sr_t = \frac{r_t}{\sigma_t}, \quad (2.8)$$

kde  $Sr_t$  jsou standardizované výnosy v čase  $t$ ,  $r_t$  jsou historické výnosy v čase  $t$  a  $\sigma_t$  je směrodatná odchylka v čase  $t$ .

Dalším krokem výpočtu je stanovení  $\sigma_0$  neboli směrodatné odchylky v poslední den časové řady historického vzorku (směrodatná odchylka předchozího dne) a dále  $r_0$ , což je výnos, který odpovídá poslednímu dni historické časové řady (výnos předchozího dne).

Dále je nutné stanovit aktuální rozptyl např. využitím modelu GARCH, EGARCH apod. Na základě výše stanovených hodnot jsme schopni vypočítat aktuální dnešní rozptyl v případě aplikace modelu GARCH jako

$$\sigma_t^2 = \omega + \eta \cdot r_0^2 + \beta \cdot \sigma_0^2, \quad (2.9)$$

kde  $\sigma_t^2$  je aktuální dnešní rozptyl,  $\omega, \eta, \beta$  jsou parametry modelu. Simulovaný výnos pro první den se potom stanoví dle vztahu

$$R'_1 = Sr_1 \cdot \sigma_1, \quad (2.10)$$

kde  $R'_1$  je simulovaný výnos prvního dne a  $\sigma_1$  je volatilita prvního dne. Hodnota jednodenního VaR je posléze vypočtena aplikací funkce PERCENTIL v Excelu

$$VaR = -PERCENTIL(simulované\ výnosy; \alpha). \quad (2.11)$$

Při výpočtu VaR na bázi historické simulace, kdy se počítá s extrémnějšími hodnotami  $\alpha$  kvantilu, které jsou menší než 1% (většinou např. 0,03 %), může výt výsledek filtrované historické simulace nedostačující, viz Alexander (2008). Pro dosažení přesnějšího výsledku

Value at Risk vyčísleného dle historické simulace lze použít jednu z následujících technik, a to Kernel fitting, Extreme value theory, Cornish-Fisherovu aproximaci či Johnsonovo rozdělení pravděpodobnosti.

**Kernel fitting** představuje metodu pro odhadnutí reálné hodnoty funkce. Tato funkce je hladká váhová funkce, přičemž pro úroveň hladkosti je zde stanoven jeden parametr.

Pro výpočet VaR lze použít také **Extreme Value Theory** neboli teorii extrémních hodnot. Teorie extrémních hodnot určuje tvar kumulativní distribuční funkce náhodné veličiny  $X$  přesahující mezní hodnotu  $u$ . Distribuční funkce pro nadměrné ztráty, přesahující hodnotu  $u$  má tvar

$$F_u(y) = P(X - u \leq y \mid X \geq u) = \frac{F(y + u) - F(u)}{1 - F(u)}. \quad (2.12)$$

Na základě teorie extrémních hodnot můžeme distribuční funkci  $F_u(y)$  nahradit níže uvedenou funkcí, která je označována jako Paretova distribuční funkce.

$$G_\xi \sigma(y) = 1 - \left(1 + \frac{\xi}{\sigma} \cdot y\right)^{-\frac{1}{\xi}} \quad \text{pro } \xi \neq 0, \quad (2.13)$$

$$G_\xi \sigma(y) = (1 - e^{-\frac{y}{\sigma}}) \quad \text{pro } \xi = 0, \quad (2.14)$$

kde  $\xi$  a  $\sigma$  jsou parametry modelu, které získáme např. metodou nejmenších čtverců či metodou maximální věrohodnosti.

„Jestliže z celkového počtu  $n$  pozorování jich  $N_u$  překračuje prahovou hodnotu  $u$ , můžeme hodnotu distribuční funkce  $F(u)$  nahradit odhadem“

$F(u) = P(X \leq u) \approx (n - N_u) / n$ , Ambrož (2011, str. 141). Po úpravách dostaneme vzorec pro výpočet  $VaR_\alpha$ , kdy hledáme takové  $x = VaR_\alpha$ , pro které platí, že  $F(x) = \alpha$

$$VaR_\alpha = u + \frac{\sigma}{\xi} \cdot \left[ \left( \frac{n}{N_u} \cdot (1 - \alpha) \right)^{-\xi} - 1 \right]. \quad (2.15)$$

**Cornish-Fisherova aproximace** je metoda, pomocí níž odhadujeme kvantily jako funkce normovaného normálního rozdělení kvantilů a také šikmost a špičatost daného vzorku dat. Tato technika tedy umožňuje lépe odhadnout extrémní kvantily.

Výpočet  $\alpha$  kvantilu empirického rozdělení s nulovou střední hodnotou a rozptylem ve výši jedné je dán vzorcem



$$\tilde{x}_\alpha \approx z_\alpha + \frac{\hat{\tau}}{6} \cdot (z_\alpha^2 - 1) + \frac{\hat{\chi}}{24} \cdot z_\alpha (z_\alpha^2 - 3) - \frac{\hat{\tau}^2}{36} \cdot z_\alpha (2 \cdot z_\alpha^2 - 5), \quad (2.16)$$

kde  $z_\alpha = \Phi^{-1}(\alpha)$  je  $\alpha$  kvantil standardizovaného normálního rozdělení,  $\tau$  je šikmost a  $\chi$  je extra špičatost. Jestliže  $\mu$  představuje střední hodnotu a  $\sigma$  směrodatnou odchylku stejného empirického rozdělení pravděpodobnosti, potom lze VaR stanovit jako

$$VaR = -\tilde{x}_\alpha \cdot \sigma - \mu. \quad (2.17)$$

**Johnsonovo rozdělení pravděpodobnosti**<sup>1</sup> na rozdíl od předešlých přístupů umožňuje vytvářet rozdělení pravděpodobnosti pro veškeré kombinace šikmosti a špičatosti. Oproti výše uvedeným metodám vede k nejpřesnějším výsledkům. Johnsonovo rozdělení pravděpodobnosti je také charakteristické svým složitějším výpočtem.

Výpočet je prováděn využitím Tuenterova algoritmu<sup>2</sup>, kdy první krokem je stanovení výchozí hodnoty  $\omega$  a dále následuje vyčíslení parametru  $m$  dle vztahu

$$m = \sqrt{4 + 2 \cdot \left[ \omega^2 - \left( \frac{\hat{\kappa} + 6}{\omega^2 + 2\omega + 3} \right) \right]} - 2, \quad (2.18)$$

kde  $\hat{\kappa}$  je extra špičatost.

Dále je nutné provést odhad parametrů Johnsonova SU rozdělení využitím níže uvedených vztahů

$$\hat{\delta} = \sqrt{\ln \omega}^{-1}, \quad (2.19)$$

$$\hat{\theta} = -\text{sign}(\hat{\tau}) \cdot \sinh^{-1} \cdot \left[ \sqrt{\frac{(\omega + 1) \cdot (\omega - 1 - m)}{2\omega m}} \right], \quad (2.20)$$

$$\hat{\gamma} = \hat{\theta} \cdot \hat{\delta}, \quad (2.21)$$

$$\hat{\lambda} = \sqrt{\frac{2\hat{\sigma}^2}{(\omega - 1) \cdot (\omega \cosh(2\theta) + 1)}}, \quad (2.22)$$

$$\hat{\xi} = \hat{\mu} - \text{sign}(\hat{\tau}) \cdot \frac{\hat{\sigma} \cdot \sqrt{\omega - m - 1}}{\omega - 1}, \quad (2.23)$$

kde  $\hat{\mu}$  je střední hodnota,  $\hat{\sigma}$  je směrodatná odchylka,  $\hat{\tau}$  je šikmost,  $\hat{\delta}, \hat{\theta}, \hat{\gamma}, \hat{\lambda}, \hat{\xi}$  jsou jednotlivé parametry Johnsonova SU rozdělení.

<sup>1</sup> Johnson, N.L. (1954). Systems of frequency curves derived from the first law of Laplace. *Trabajos de Estadística* 5, 283-291

<sup>2</sup> Tuenter, H. (2001). An algorithm to determine the parameters of SU curves in the Johnson system of probability distributions by moment matching. *Journal of Statistical Computation and Simulation* 70(4), 325-347.

Dalším krokem výpočtu je stanovení startovacích hodnot pro  $\omega_1$  a  $\omega_2$ , jejichž výpočet je proveden pomocí cílového programování dle těchto rovnic

$$\omega_1^4 + 2\omega_1^3 + 3\omega_1^2 - \hat{\kappa} - 6 = 0, \quad (2.24)$$

$$(\omega_2 - 1) \cdot (\omega_2 + 2)^2 - \hat{\tau}^2 = 0. \quad (2.25)$$

Následně jsou vymezeny horní a dolní hranice pro  $\omega$  pomocí vztahů

$$\omega^h = \sqrt{-1 + \sqrt{2 \cdot (\hat{\kappa} + 2)}}, \quad (2.26)$$

$$\omega^d = \max(\omega_1; \omega_2), \quad (2.27)$$

kde  $\omega^h$  je horní hranice pro  $\omega$  a  $\omega^d$  je dolní hranice pro  $\omega$ .

Dále je již možné najít použitím cílového programování hodnotu  $\omega$

$$(\omega - 1 - m) \cdot \left( \omega + 2 + \frac{m}{2} \right)^2 - \hat{\tau}^2 = 0, \quad (2.28)$$

přičemž musí platit podmínka  $\omega^d < \omega < \omega^h$ .

Kvantil  $\alpha$  se vyčíslí pomocí vztahu

$$x_\alpha = \hat{\lambda} \sinh\left(\frac{z_\alpha - \hat{\gamma}}{\hat{\delta}}\right) + \hat{\xi}. \quad (2.29)$$

Hodnota Value at Risk je potom stanovena jako

$$VaR = -x_\alpha, z_\alpha = \Phi^{-1}(\alpha), \quad (2.30)$$

## Metoda Monte Carlo

Metoda Monte Carlo (stochastická simulace) pracuje s velkým počtem simulací vývoje hodnoty portfolia a na základě těchto simulací stanovuje odhad  $VaR$ . Simulace vývoje hodnoty portfolia jsou určeny velkým počtem náhodně generovaných rizikových faktorů, u nichž existují známá rozdělení. Metoda Monte Carlo může generovat velmi pravděpodobné odhady Value at Risk. „Metoda testuje jednodenní změnu hodnoty portfolia na základě velkého počtu nahodile zvolených kombinací různých situací rizikových faktorů, přičemž pravděpodobnosti jsou založeny na historické zkušenosti“, Jílek (2000, str. 424). Metoda modeluje stochastické procesy. Tyto procesy jsou simulovány generováním náhodných čísel.

Metoda Monte Carlo se v mnohém shoduje s metodou historické simulace. Obě metody přeceňují nástroje na základě daných hodnot rizikových faktorů. Rozdílný je však způsob generování rizikových faktorů u obou metod. Metoda Monte Carlo generuje náhodné

scénáře a metoda historické simulace vychází ze scénářů z minulosti. Obě metody jsou však vhodné i pro nelineární portfolia.

Při výpočtu pomocí metody Monte Carlo bývají výnosy tržních sazeb většinou korelovány. Těsnost korelační závislosti mezi dvěma náhodnými proměnnými znázorňuje koeficient korelace (normovaná kovariance), který se značí  $\rho_{i,j}$  a lze jej formulovat vztahem

$$\rho_{i,j} = \frac{\sigma_{i,j}}{\sigma_i \cdot \sigma_j}, \quad (2.31)$$

kde  $\sigma_{i,j}$  je kovariance,  $\sigma_i$  je směrodatná odchylka  $i$ -tého aktiva a  $\sigma_j$  je směrodatná odchylka  $j$ -tého aktiva. Koeficient korelace může nabývat hodnot z intervalu od -1 do 1. Hodnota 1 představuje absolutní závislost daných veličin, hodnota -1 pak znamená absolutní zápornou závislost. Nulová hodnota koeficientu korelace značí, že mezi veličinami není statistická závislost. Koeficient korelace je normovaná kovariance.

Koeficient kovariance, který se značí  $\sigma_{i,j}$ , je definován jako míra vzájemné závislosti mezi dvěma veličinami. Kovariance může nabývat hodnot z intervalu  $(-\infty; \infty)$  a je dána vztahem

$$\sigma_{i,j}^2 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{t=0}^T [(R_{t,i} - \mu_i) \cdot (R_{t,j} - \mu_j)], \quad (2.32)$$

kde  $R_{t,i}$  je výnos  $i$ -tého aktiva v čase  $t$ ,  $R_{t,j}$  je výnos  $j$ -tého aktiva v čase  $t$ ,  $\mu_i$  je střední hodnota výnosu  $i$ -tého aktiva,  $\mu_j$  je střední hodnota výnosu  $j$ -tého aktiva a  $N$  je celkový počet aktiv.

Dále je vyhážděna korelační matice  $K$  a kovarianční matice  $C$

$$K = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & \rho_{1,n} \\ \vdots & & \vdots \\ \rho_{n,1} & \cdots & 1 \end{bmatrix}, \quad (2.33)$$

$$C = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \cdots & \sigma_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ \sigma_{n1} & \cdots & \sigma_{nn} \end{bmatrix}. \quad (2.34)$$

U simulace portfolia aktiv se při generování náhodných veličin musí brát v potaz korelace mezi náhodnými faktory. To lze provést prostřednictvím generování náhodného vektoru prvotních faktorů  $\tilde{z}$  dle Choleského dekompoziční matice

$$\tilde{z}^T = \bar{e}^T \cdot M, \quad (2.35)$$

kde  $\vec{e}$  je vektor nezávislých náhodných proměnných z normovaného normálního rozdělení,  $M$  je horní trojúhelníková matice odvozená z kovarianční matice  $C$ . Vztah mezi touto maticí a kovarianční maticí lze popsat následovně

$$C = M \cdot M^T, \quad (2.36)$$

kde  $M^T$  je matice transponovaná.

Horní trojúhelníková matice  $M$  má v případě třech proměnných tvar

$$M = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ 0 & m_{22} & m_{23} \\ 0 & 0 & m_{33} \end{pmatrix}, \quad (2.37)$$

kde se prvky matice vypočítají dle těchto pravidel

$$m_{ii} = \sqrt{\sigma_{ii} - \sum_{k=1}^{i-1} m_{ik}^2}, \quad \text{pro } i = 1, 2, \dots, N, \quad (2.38)$$

$$m_{ij} = (\sigma_{ij} - \sum_{k=1}^{i-1} m_{ki} \cdot m_{kj}) \cdot m_{ii}^{-1}, \quad \text{pro } 1 \leq i < j \leq N, \quad (2.39)$$

$$m_{1j} = \frac{\sigma_{1j}}{\sqrt{\sigma_{11}}}, \quad \text{pro } j = 1, 2, \dots, N, \quad (2.40)$$

$$m_{ij} = 0, \quad \text{pro } i > j; i, j = 1, 2, \dots, N. \quad (2.41)$$

Vektor náhodných proměnných  $\vec{z}_t^T$  je dále upraven, aby zachycoval korelační závislost mezi proměnnými. Dále jsou vyjádřeny rovnice vektorů pro jednotlivé rizikové vektory, přičemž  $\vec{e}_t$  je vektor složený z nezávislých normálně rozložených hodnot

$$\vec{z}_1^T = (\vec{e}_1 \cdot m_{11}) + (\vec{e}_2 \cdot m_{12}) + (\vec{e}_3 \cdot m_{13}), \quad (2.42)$$

$$\vec{z}_2^T = (\vec{e}_1 \cdot m_{21}) + (\vec{e}_2 \cdot m_{22}) + (\vec{e}_3 \cdot m_{23}), \quad (2.43)$$

$$\vec{z}_3^T = (\vec{e}_1 \cdot m_{31}) + (\vec{e}_2 \cdot m_{32}) + (\vec{e}_3 \cdot m_{33}). \quad (2.44)$$

V případě, že počítáme s logaritmickými cenovými změnami  $r_t$  a změny náhodných veličin  $P_t$  se chovají dle Geometrického Brownova procesu, lze formulovat stochastickou simulaci rizikových faktorů, jež jsou dány dle vztahu

$$P_t = P_{t-1} \cdot \exp(\hat{\alpha} \cdot dt + \sigma \cdot \vec{z}_t^T \cdot \sqrt{dt}). \quad (2.45)$$

Pokud se však ceny náhodných veličin chovají dle Mean-Reversion modelu, provede se simulace rizikových faktorů, které jsou dány vztahem

$$P_t = P_{t-1} + a \cdot (b - P_{t-1}) \cdot dt + \sigma \cdot \vec{z}_t^T \cdot \sqrt{dt}. \quad (2.46)$$

### 2.7.2. Marginální VaR

Způsobem jak rozdělit celkový VaR je rozložit ho na marginální VaR. Pomocí marginálních VaR jsme schopni přiřadit část celkového rizika jednotlivým rizikovým složkám. Marginální VaR lze charakterizovat jako citlivost VaR na dané rizikové faktory, jak uvádí Alexander (2008). Oproti tzv. stand – alone VaR (samostatnému VaR) lze marginální VaR sčítat.

Postup výpočtu je takový, že nejprve je nutné spočítat celkový výnos tak, že se o malé procento  $h$  zvýší výnos jednoho rizikového faktoru a ostatní rizikové faktory se ponechají stejné. V následující rovnici je uveden vzorec pro výpočet celkového výnosu pro první rizikový faktor po změně, při výpočtu se dvěma rizikovými faktory

$$Total\ r_1^{shift} = (1 + h) \cdot r_{1,t} + r_{2,t} \quad (2.47)$$

kde  $Total\ r_1^{shift}$  je celkový výnos prvního rizikového faktoru po změně,  $h$  je sensitivity increment (malý přírůstek, o který se zvýší výnos daného rizikového faktoru),  $r_{1,t}$  je výnos prvního rizikového faktoru v čase  $t$ ,  $r_{2,t}$  je výnos druhého rizikového faktoru v čase  $t$ . Tímto způsobem se spočte celkový výnos pro malou změnu výnosu každého rizikového faktoru. Pro další výpočty je nutné vypočítat ještě celkový původní VaR, tedy VaR před změnou dle funkce PERCENTIL. Dále se vypočítá hodnota celkového VaR po změně pro všechny rizikové faktory také dle funkce PERCENTIL v Excelu. Hodnota marginálního VaR se pak stanoví jako celkový VaR po změně, od kterého se odečte VaR původní před změnou a tato zjištěná hodnota se vydělí malou změnou  $h$ .

### 2.7.3. Rizikové míry odvozené od Value at Risk

Value at Risk definuje maximální úroveň ztráty, která může nastat za určité období při dané pravděpodobnosti  $1 - \alpha$ . Při výpočtu VaR se však již dále nezajímáme o výši ztrát, které mohou nastat, je-li hodnota VaR překročena.

Definovat výši ztrát v oblasti za VaR je možné několika způsoby, jak uvádí Ambrož (2011). Jedná se například o Tail Conditional Expectation neboli krajní podmíněné očekávání či Expected Tail Loss.

## Tail Conditional Expectation

Tail Conditional Expectation neboli krajní podmíněné očekávání stanovuje hodnotu ztrát za VaR a rizikové míry definuje dle následujících rovnic

$$TVaR_{\alpha}(X) = TCE_{\alpha}(X) = -E(X \mid X \leq -VaR_{\alpha}(X)) = -E(X \mid X \leq q_{\alpha}(X)), \quad (2.48)$$

$$TVaR^{\alpha}(X) = TCE^{\alpha}(X) = -E(X \mid X \leq -VaR^{\alpha}(X)) = -E(X \mid X \leq q^{\alpha}(X)), \quad (2.49)$$

kde  $TCE_{\alpha}$  a  $TCE^{\alpha}$  jsou krajní podmíněné očekávání ( $\alpha$ -tail conditional expectation) neboli horní a dolní  $\alpha$ -tail VaR ( $TVaR_{\alpha}$  a  $TVaR^{\alpha}$ ).

$TVaR_{\alpha}$  a  $TVaR^{\alpha}$  nám dávají informace o očekávané výši ztráty v případě nepříznivých situací. Riziková míra TVaR tedy představuje určitý pokrok ve srovnání s VaR, avšak TVaR stejně jako VaR není subaditivní, a tudíž není koherentní rizikovou mírou.

## Expected Tail Loss

Jak již bylo uvedeno výše, VaR neříká nic o rozsahu ztrát, které by mohly vzniknout v případě, že by hodnota VaR byla překročena. Řešením, jak získat hodnotu průměrné ztráty, když je VaR překročeno je Expected Tail Loss, viz Ambrož (2011). Je tedy zřejmé, že ETL nám dává přesnější popis rizik daného portfolia než VaR.  $h$  - denní Expected Tail Loss můžeme matematicky zapsat jako

$$ETL_{h,\alpha} = -E(X_h \mid X_h < -VaR_{h,\alpha}) \cdot H, \quad (2.50)$$

kde  $X_h$  je  $h$ -denní výnos z portfolia,  $VaR_{h,\alpha}$  je 100 $\alpha$ %  $h$ -denní Value at Risk a  $H$  je aktuální hodnota portfolia.

Matematicky lze také definovat ETL jako procento z hodnoty portfolia

$$ETL_{\alpha}(X) = -E(X \mid X < x_{\alpha}), \quad (2.51)$$

přičemž

$$VaR_{h,\alpha} = -x_{\alpha}, \quad (2.52)$$

kde  $x_{\alpha}$  představuje  $\alpha$  kvantil rozdělení  $X$  výnosů, tj.  $P(X < x_{\alpha}) = \alpha$ .

Výpočet ETL pro metodu variancí a kovariancí má následující tvar

$$ETL_{h,\alpha}(X) = \alpha^{-1} \varphi(\Phi^{-1}(\alpha)) \cdot \sigma_h - \mu_h, \quad (2.53)$$

kde je  $\Phi^{-1}(\alpha)$  alfa kvantil standardizovaného normálního rozdělení, je  $\sigma$  směrodatná odchylka a  $\mu$  je střední hodnota. Hodnota  $\varphi(z)$  proměnné  $z$  se vypočítá dle vztahu

$$\varphi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2} z^2\right). \quad (2.54)$$

Při výpočtu VaR na bázi historické simulace, lze ETL stanovit jednoduše jako průměr všech ztrát překračujících VaR. Výjimkou je pak situace, kdy je VaR odhadováno pomocí Cornish-Fisherovy aproximace či Johnsonova rozdělení pravděpodobnosti.

Jestliže chceme zjistit hodnota Expected Tail Loss v případě, kdy počítáme VaR na bázi Cornish-Fisherovy aproximace, vzorec má následující podobu

$$ETL_{\alpha} = f(\alpha^{-1}\varphi(z_{\alpha})) \cdot \hat{\sigma} - \hat{\mu}, \quad (2.55)$$

přičemž  $f(x)$  se vypočítá jako

$$f(x) = x + \frac{\hat{\tau}}{6}(x^2 - 1) + \frac{\hat{\chi}}{24} \cdot x(x^2 - 3) - \frac{\hat{\tau}^2}{36} x(2x^2 - 5), \quad (2.56)$$

kde  $\hat{\tau}$  je šikmost,  $\hat{\chi}$  je extra špičatost,  $\alpha$  je hladina významnosti,  $\hat{\sigma}$  je směrodatná odchylka,  $\hat{\mu}$  je střední hodnota a  $\alpha^{-1}\varphi(z_{\alpha})$  je standardní normální 100 $\alpha$ % ETL. Hodnota  $\varphi(z_{\alpha})$  se vypočítá dle vzorce (2.53), přičemž její výsledek se dosadí do vzorce (2.55) jako hodnota  $x$ .

Také v rámci výpočtu VaR na bázi Johnsonova rozdělení pravděpodobnosti lze vypočítat hodnotu ETL. Vzorec pro tento výpočet má tvar

$$ETL_{\alpha} = \hat{\lambda} \sinh\left(\frac{\alpha^{-1}\varphi(Z_{\alpha}) - \hat{\gamma}}{\hat{\delta}}\right) + \hat{\xi}, \quad (2.57)$$

kde  $\hat{\lambda}$ ,  $\hat{\gamma}$ ,  $\hat{\delta}$  a  $\hat{\xi}$  jsou parametry Johnsonova SU rozdělení.

## 2.8. Modelování volatility

V rámci finančního modelování hraje významnou roli modelování volatility. K modelování volatility slouží rozsáhlá skupina modelů označovaná jako modely ARCH, jejímž autorem byl Engle. Tyto modely umožňují zachytit měnící se podmínky nejistoty na trhu. ARCH modely je možné využít při empirickém ověřování různých ekonomických a finančních teoriích týkajících se finančního trhu, dále při tvorbě optimálního portfolia či při zpřesnění intervalových předpovědí v časových řadách. Modely mají také své využití při analýze Value at Risk, neboť volatilita je mimo jiného jedním ze základních parametrů při aplikaci metody VaR, viz Arlt, Arltová, (2007).

Jak uvádí Arlt, Arltová (2007) z hlediska funkční formy modelu podmíněného rozptylu je možné členit modely volatility na lineární a nelineární.

**Lineární modely volatility**, jejichž základy vytvořil R. F. Engle, mají typickou vlastnost, a to, že podmíněný rozptyl je lineární funkcí veličin. Mezi lineární modely se řadí ARCH modely, GARCH model a jeho další modifikace, konkrétně IGARCH, FIGARCH či GARCH-M modely.

**Nelineární modely volatility** vznikly z důvodů existence asymetrických efektů (především pákového efektu), které se objevují při analýzách finančních časových řad. Lineární modely však neumožňují tuto asymetrii v sobě zachytit, čímž došlo ke vzniku modelů nelineárních. K nelineárním modelům patří EGARCH, IEGARCH, FIEGARCH, GJR-GARCH a STGARCH modely.

K osvědčeným modelům pro odhad volatility se kromě ARCH modelů, řadí také modely EWMA.

### 2.8.1. ARCH modely

ARCH model neboli Autoregressive Conditional Heteroskedasticity a zejména jejich zobecněné modely GARCH patří k nejpoužívanějším modelům pro modelování časových řad. Tyto modely jsou založeny na skutečnosti, že u modelů finančních časových řad se vyskytuje heteroskedasticita a dále že rozptyl je jednoduchou kvadratickou funkcí minulých chyb.

Volatilitu lze dle modelu ARCH formulovat vztahem

$$\sigma_t^2 = \eta_0 + \sigma_1 \cdot \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \eta_m \cdot \varepsilon_{t-m}^2, \quad (2.58)$$

přičemž  $\varepsilon_t = \sigma_t \cdot e_t$  a kde  $e_t$  jsou náhodné veličiny s normálním rozdělením  $e_t \sim N(0,1)$ ,  $\varepsilon_t$  je odchylka od střední hodnoty neboli chyba,  $\eta_m$  je parametr modelu  $m$ -tého řádu.

S modelem ARCH jsou však spojeny určité nedostatky. Pro model je často nutný vysoký řád  $m$ , aby model mohl predikovat vývoj volatility. Dalším problémem je potřeba odhadnout velký počet parametrů a u některých parametrů může být porušena podmínka nezápornosti. A model nezohledňuje pákový efekt a asymetrii, kdy kladné a záporné odchylky od střední hodnoty tak mají odlišný vliv na volatilitu. Z těchto důvodů byl vytvořen zobecněný ARCH model neboli model GARCH.

### 2.8.2. GARCH model

Model GARCH (Generalised Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) vznikl rozšířením modelu ARCH o zpožděný podmíněný rozptyl. Volatilita v modelu GARCH může záviset i na svých předchozích hodnotách.



Model GARCH pro predikci volatility na jedno období lze vyjádřit následující rovnicí

$$\sigma_{t+1,t}^2 = \omega + \eta \cdot \varepsilon_t^2 + \beta \cdot \sigma_{t,t-1}^2, \quad (2.59)$$

kde  $\sigma_{t+1,t}^2$  je predikovaný rozptyl,  $\varepsilon_t$  je chyba neboli odchylka,  $\omega, \eta, \beta$  jsou odhadované parametry. Přičemž musí být splněny podmínky, na základě kterých má být  $\omega, \eta, \beta \geq 0$  a současně  $\eta + \beta < 1$ , kde  $\eta$  je míra reakce podmíněné volatility na předchozí tržní šok,  $\beta$  je perzistence rozptylu a  $\omega$  představuje průměrný rozptyl.

Parametry modelu GARCH jsou odhadovány metodou maximální věrohodnosti. V případě autoregresního procesu prvního řádu je postup následující. Pokud předpokládáme, že  $\hat{x}_{t+1} = a + b \cdot x_t + \varepsilon_t$ , kde  $\hat{x}_{t+1}$  odhad predikované veličiny v čase  $t$ ,  $x_t$  je pozorovaná nezávisle proměnná a  $a, b$  jsou odhadované parametry. A dále předpokládáme, že jednotlivé pokusy mají normální rozdělení, pak má věrohodnostní funkce tvar

$$L(\omega, \eta, \beta, a, b) = \prod_t \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \sigma_{t,t-1}^2}} \cdot \exp \left[ -\frac{\varepsilon_t^2}{2 \cdot \sigma_{t,t-1}^2} \right] \quad (2.60)$$

a logaritmus této funkce lze zapsat jako

$$\ln L(\omega, \eta, \beta, a, b) = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T (\ln(\sigma_{t,t-1}^2) + \frac{\varepsilon_t^2}{\sigma_{t,t-1}^2}). \quad (2.61)$$

Parametry jsou poté odhadnuty maximalizací logaritmu věrohodnostní funkce.

V průběhu času vznikla také řada modifikací modelů GARCH, a to s cílem odstranit některé z nevýhod původních modelů GARCH. Jedná se např. o model IGARCH, GJR GARCH, ECHARCH, IGARCH či GARCH-M.

### 2.8.3. IGARCH

Model IGARCH neboli integrovaný GARCH (Integrated GARCH) představuje GARCH model s jednotkovým kořenem autoregresního polynomu v rovnici volatility. Pro model je tedy typické, že součet parametrů  $\eta_0$  a  $\beta_1$  se blíží nule. Jak uvádí Cipra (2008), jedná se o model s perzistencí v rozptylu, kde zůstává současná informace jako významná pro predikce volatility ve všech horizontech, tedy i v těch značně dlouhých.

Volatilita je dle modelu IGARCH dána vztahem

$$\sigma_t^2 = \eta_0 + (1 - \beta_1) \cdot \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \cdot \sigma_{t-1}^2, \quad (2.62)$$

přičemž musí platit podmínky  $\eta_0 > 0, 0 \leq \beta_1 \leq 1$ .

## 2.8.4. GJR GARCH

Z důvodu nevýhody u původního GARCH modelu, která spočívala v tom, že kladné a záporné odchylky od střední hodnoty mohou mít odlišný vliv na rozptyl, bylo třeba sestavit nový model. Modifikaci původního modelu vytvořili autoři Glosten, Jagannathan a Runkle a podle jejich jmen byl model nazván jako GJR GARCH.

Volatilitu lze využitím GJR GARCH modelu modelovat podle následujícího vztahu

$$\sigma_t^2 = \eta_0 + \eta_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \gamma_1 \varepsilon_{t-1}^2 I_{t-1}^-, \quad (2.63)$$

přičemž jsou zde podmínky  $I_t^- = 1$  pro  $\varepsilon_t < 0$ ,  $I_t^- = 0$  pro ostatní případy (tedy kdy  $\varepsilon_t \geq 0$ ).

## 2.8.5. EGARCH

Model EGARCH neboli Exponential GARCH je možné popsat jako nelineární model volatility, který dokáže zachytit asymetrické efekty u finančních časových řad. Autorem modelu je D. B. Nelson, přičemž byl model dále zjednodušen a exponenciální EGARCH model má následující tvar

$$\ln \sigma_t^2 = \omega + g(z_{t-1}) + \beta \cdot \ln \sigma_{t-1}^2, \quad (2.64)$$

kde  $g$  je reakční funkce,  $z_{t-1}$  je náhodná veličina v čase  $t-1$ , která má normální rozdělení  $z_{t-1} \sim N(0,1)$ . Přičemž hodnota  $z_t$  je dána vztahem

$$z_t = (r_{t-1} - PR_t) / \sqrt{\sigma_t} \quad (2.65)$$

kde  $r_{t-1}$  je výnos v čase  $t-1$ ,  $PR_t$  je podmíněný výnos v čase  $t$  a  $\sigma_t$  je exponent podmíněného rozptylu v čase  $t$ . Logaritmus podmíněného rozptylu  $\sigma_t$  lze vypočítat vzorcem (2.63). Reakční funkce  $g(z_t)$  má tvar

$$g(z_t) = \theta \cdot z_t + \gamma \cdot (|z_t| - \sqrt{2/\pi}). \quad (2.66)$$

Věrohodnostní funkce  $L$  má tvar

$$L = -0,5 \cdot (\ln \sigma_t + (\varepsilon_t / \sigma_t)). \quad (2.67)$$

Jelikož model EGARCH vyjadřuje vztah mezi logaritmem podmíněného rozptylu a minulými šoky, není nutné počítat s žádnými omezujícími podmínkami týkající se parametrů, které by zajišťovaly nezápornou hodnotu podmíněného rozptylu.

### 2.8.6. EWMA model

EWMA model pro predikci volatility (Exponentially weighted moving average) lze charakterizovat jako obdobu jednoduchého exponenciálního vyrovnávání. Pro tento model je typické, že zde váhy klesají exponenciálně do minulosti. Volatilita je tedy více ovlivněna současnými pozorováními, jež mají vyšší váhy, než dávnějšími pozorováními s nižšími váhami. „V EWMA modelu se samovolně redukuje problém odlehlého pozorování s abnormální velikostí“, Cipra (2008, str. 380).

Výpočet volatility dle modelu EWMA je dán vzorcem

$$\sigma_t^2 = (1 - \lambda) \sum_{j=0}^{\infty} \lambda \cdot (y_{t-j} - \bar{y})^2 = (1 - \lambda) \cdot (y_t - \bar{y})^2 + \lambda \cdot \sigma_{t-1}^2, \quad (2.68)$$

kde  $\sigma_t^2$  je odhadnutá volatilita v čase  $t$ ,  $\bar{y}$  je průměrná úroveň dané řady a  $\lambda$  ( $0 < \lambda < 1$ ) je tlumicí faktor. Pokud se volatilita stanovuje pro časovou řadu výnosů, pak má vzorec následující tvar

$$\sigma_t^2 = (1 - \lambda) \sum_{j=0}^{\infty} \lambda \cdot r_{t-1}^2 = (1 - \lambda) \cdot r_t^2 + \lambda \cdot \sigma_{t-1}^2, \quad (2.69)$$

kde  $r_t$  je výnos v čase  $t$ .

„Výhodou EWMA modelu oproti GARCH modelu je, že není nutné udržovat řady historických údajů, snadný odhad a predikce rozptylu“, Zmeškal (2004, str. 178).

### **3. Popis podnikových rizik ve vybraném podniku**

Tato kapitola je věnována základnímu představení strojírenské společnosti Prestar, s.r.o., včetně vymezení předmětu podnikání a zahraniční struktury odbytu společnosti. Dále jsou zde popsána podniková rizika, jež mají vliv na hospodaření podniku a na jeho finanční toky. V závěru kapitoly je zhodnocen vývoj finančních toků společnosti v minulých letech a také jsou zde uvedeny plánované výkazy společnosti na měsíc prosinec roku 2011.

#### **3.1. Charakteristika společnosti Prestar, s.r.o.**

Společnost Prestar, s.r.o. vznikla na základě společenské smlouvy dne 2. listopadu 1995, kdy byla zapsána do obchodního rejstříku. Jedná se o společnost zaměřenou na výrobní činnost, kterou zahájila v dubnu roku 1996. Společnost Prestar, s.r.o. má sídlo v Opavě – Vávrovicích, nedaleko hranic s Polskem. V současnosti Prestar, s.r.o. zaměstnává okolo 100 zaměstnanců. Společnost má základní kapitál ve výši 200 000 Kč, kdy podíly společníků jsou splaceny v plné výši.

Hlavním předmětem podnikání společnosti je výroba ocelových konstrukcí, nádrží a potrubí, výroba strojů a zařízení pro všeobecné účely, výroba strojů a zařízení pro určitá hospodářská odvětví, koupě zboží za účelem dalšího prodeje, zámečnictví, výroba strojů a zařízení a od roku 2009 také nákladní autodoprava.

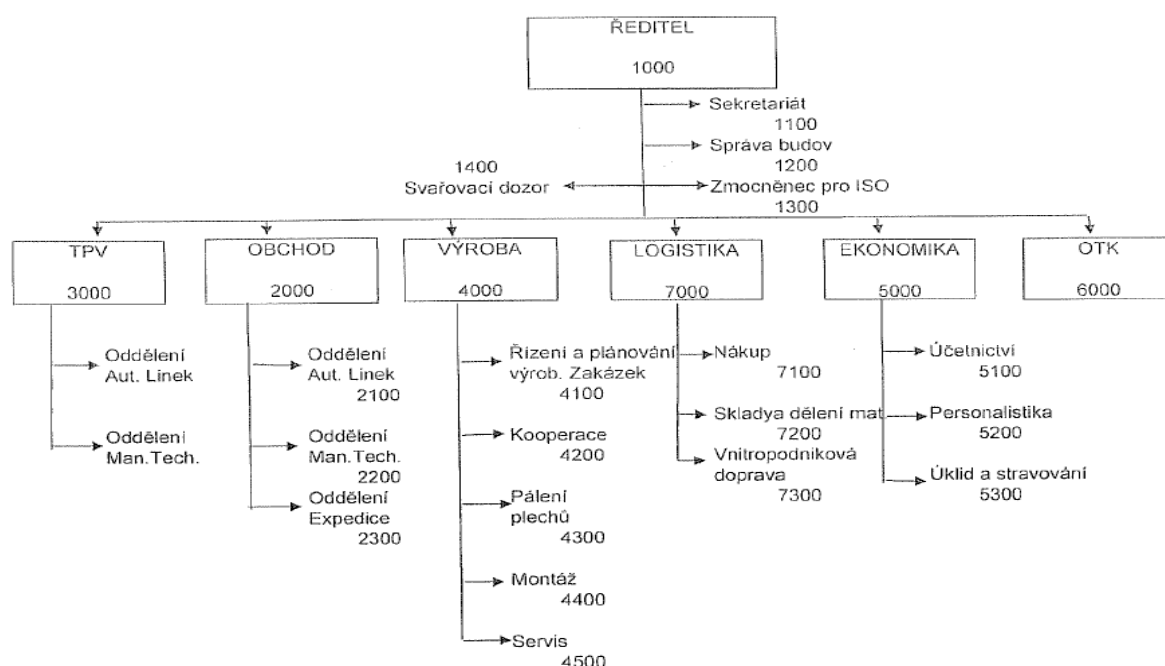
Společnost nabízí především tyto výrobky: kleště na ingoty, svěrky na plechy, traverzy, otočné stoly, drapáky, kleště na svitky, polohovadla, hydraulické plošiny, rovnací stroje, brusky, zařízení na balení trubek a tyčí, hrotovací zařízení, plošiny, svarky s opracováním, výpalky, atd.

Uvedené výrobky a montáže jsou dodávány v objemu 65 až 75 % do zahraničí. V roce 2010 to bylo konkrétně 74 %. Zákazníky společnosti Prestar, s.r.o. jsou firmy z Německa, Slovenska, Rakouska, Holandska, Ukrajiny, Ruska a Běloruska, přičemž konečnými zákazníky jsou firmy ze Švédska, Španělska, Francie, Polska.

Od roku 1997 společnost dosahovala pravidelně zisku, což svědčí o neustálém zvyšování produktivity, konkurenceschopnosti a kvality výrobků. Tento zisk byl většinou využit pro pořízování nových investic. V roce 2009 dopadla na firmu ekonomická krize, což se projevilo na poklesu jejích tržeb a na ztrátě, do které se společnost dostala. V roce 2010 však společnost dosáhla opět zisku.

V následujícím grafu je uvedeno organizační schéma společnosti.

Graf. 3.1. Organizační schéma společnosti Prestar, s.r.o.



Zdroj: Prestar, s.r.o.

## 3.2. Vymezení podnikových rizik společnosti

Tato podkapitola zachycuje stanovení podnikových rizik, které mají přímý vliv na danou společnost, a tudíž ovlivňují její peněžní toky. Společnost Prestar, s.r.o. se za dobu svého působení stala uznávaným výrobcem a dodavatelem zejména pro svou kvalitu, vysokou technickou úroveň, spolehlivost a vstřícný přístup k požadavkům zákazníků. Při své činnosti však společnost musí odolávat jednotlivým finančním rizikům, kterým je vystavena.

Prestar, s.r.o. musí čelit především úvěrovému riziku, operačnímu riziku, likvidnímu riziku, obchodnímu riziku, měnovému a komoditnímu riziku.

### 3.2.1. Úvěrové riziko

Společnost Prestar, s.r.o. je vystavena úvěrovému neboli kreditnímu riziku, které představuje ztrátu ze selhání dlužníka společnosti, tím že nedostojí svým závazkům (nesplatí tedy pohledávky společnosti) a způsobí společnosti ztrátu. Takovéto riziko podstupuje společnost při svých obchodních aktivitách. Proto je pro společnost důležité obchodovat pouze s důvěryhodnými a bonitními klienty. Pro podnik je tedy důležité řízení pohledávek včetně monitorování platební morálky odběratelů. Společnost se tedy snaží stanovovat optimální úvěrové limity a lhůty splatnosti, popřípadě využívat zajištění pohledávek a

vyhodnocovat zjištěné informace o odběratelích. V následující tabulce je uvedena struktura pohledávek společnosti Prestar, s.r.o. za rok 2010.

Tab. 3.1 Struktura pohledávek za rok 2010 (v tis. Kč)

<b>Pohledávky</b>	<b>Hodnota</b>
Do splatnosti	20 948
Do 30 dnů po splatnosti	779
Do 90 dnů po splatnosti	42
Více než 90 dnů po splatnosti	128
Nedobytné	0
Opravné položky k pohledávkám	18

Zdroj: Prestar, s.r.o.

Z tabulky je zřejmé, že i když většina pohledávek je splacena včas, řada odběratelů má problém hradit pohledávky v době jejich splatnosti a část pohledávek je placena po splatnosti. Z hlediska úvěrového rizika představují problém především pohledávky hrazené do 30 dnů po době splatnosti. Společnost by teda měla zvážit prodloužení lhůty splatnosti u některých odběratelů. Dalším možným způsobem jak motivovat odběratele k včasnému hrazení je zavedení skonta u pohledávek.

### 3.2.2. Operační riziko

Dalším z rizik, kterým je společnost vystavena, je operační riziko. Prestar, s.r.o. je společností vyrábějící složité ocelové konstrukce, nádrže, stoje a zařízení pro různé účely. Na tomto výrobním procesu se podílí celé řada zaměstnanců, a to od obchodních zástupců, kteří danou objednávku sjednávají, přes strojní inženýry, konstruktéry a dále přes svářeče, frézáře, horizontáře, zámečníky, elektromechaniky atd. Při takovémto složitém výrobním procesu může dojít k riziku způsobenému selháním lidského faktoru. Proto je důležité, aby již při zadání zakázky nedošlo k chybě v rámci komunikace mezi zákazníkem a obchodním oddělením. Stanovená zakázka je pak dále předána konstruktérům a strojním inženýrům k přípravě projektové dokumentace a výkresů. Již při malých chybách provedených ve výkresech může dojít k velkým ztrátám společnosti, neboť dojde ke špatnému vyhotovení výrobku, jehož opravy si vyžadují další náklady na materiál, mzdy apod. Také může dojít ke

zpoždění termínu vyhotovení zakázky atd. V rámci firmy hrají významnou roli kontroloři strojírenské výroby, díky nimž se daří výraznou část chyb zjistit a následně včas odstranit.

V rámci operačního rizika se může vyskytnout také riziko systémů, tedy riziko chyb v počítačových programech, riziko selhání některého ze strojů či chyby při přenosu dat. Z hlediska kvantifikace je operační riziko obtížně kvantifikovatelné. Vedení společnosti tak musí mít neustálý přehled o aktivitách jednotlivých oddělení firmy.

### 3.2.3. Likvidní riziko

Prestar, s.r.o. čelí také likvidnímu riziku neboli riziku, že nebude mít dostatek peněžních prostředků pro včasné plnění svých závazků. Společnost se může dostat do platební neschopnosti především v důsledku nesplacení pohledávek od svých odběratelů. Pro společnost je tedy důležité zajistit, aby i v případě méně příznivých podmínek měla možnost přístupu k hotovosti, nezbytné pro úhradu svých závazků. Následující tabulka obsahuje údaje o struktuře závazků dle doby jejich splatnosti za rok 2010.

Tab. 3.2 Struktura závazků za rok 2010 (v tis. Kč)

<b>Závazky</b>	<b>Hodnota</b>
Do splatnosti	10 788
Do 30 dnů po splatnosti	639
Do 90 dnů po splatnosti	368
Více než 90 dnů po splatnosti	31
Z toho ke spřízněným osobám	355

Zdroj: Prestar, s.r.o.

Z Tab. 3.2 lze vyčíst, že společnost Prestar, s.r.o. hradí převážnou hodnotu svých závazků v době splatnosti, popřípadě do 30 dnů po splatnosti. Hodnota závazků splacených po více než 90 dnech po splatnosti je relativně nízká, hlavně ve srovnání s hodnotou pohledávek hrazených po více než 90 dnech po splatnosti s Tab. 3.1. V současnosti si společnost není vědoma závazků, které by měly podstatný dopad na společnost z důvodu jejich neuvedení v účetnictví nebo případného soudního sporu. Rovněž nemá přijaté záruky za jiný podnik.

Z tabulky je zřejmé, že převážnou většinu závazků společnost stihne uhradit v termínu splatnosti, lze tedy usoudit, že likvidní riziko neohrožuje chod společnosti nijak výrazně. Společnost má většinou dostatek peněžních prostředků pro krytí svých závazků, popřípadě

pro potřeby úhrady závazků, resp. na vyrovnání rozdílů termínů splatnosti pohledávek a závazků společnost využívá kontokorentní úvěr. V současné době společnost nečerpá žádný úvěr.

#### **3.2.4. Obchodní riziko**

V rámci své obchodní činnosti se zahraničím podléhá společnost Prestar, s.r.o. obchodnímu riziku. Společnost má v převážné míře zahraniční klienty, jejichž poměr činí okolo 70 % všech klientů. V roce 2010 činil podíl tržeb ze zahraniční 74 %. Jednotlivé druhy obchodních rizik tak mohou ovlivnit výši tržeb společnost a dobytost jejích pohledávek ze zahraničí.

Jedním z hlavních problémů společností obchodujících na území Evropské unie, je nedostatečná znalost legislativy členských zemí Evropské unie. Takovouto společností je i Prestar, s.r.o. Společnost tedy nese právní riziko a daňové riziko, které je nutné eliminovat dostatečnou znalostí daňových zákonů atd.

Také politický a ekonomický vývoj zahraničních zemí může ovlivnit obchodní aktivity společnosti. Toto riziko představují především možné politické změny v Bělorusku a na Ukrajině. Bělorusku hrozí stagnace a krize politického systému. Tato země se po světové krizi potýká s výrazným zahraničním dluhem, dále je zde nízká účast soukromého systému a netržní poskytování úvěrů pro vládní programy. Dalšími nedostatky je že, většina běloruského zboží plyne na ruský trh a politický systém země je nepředvídatelný. V červnu roku 2011 ratingová agentura Moody's snížila rating závazků Běloruska na stupeň B3 z B2. Důvodem bylo to, že se země potýká s nedostatkem deviz a výrazně devalvoval rubl a také obavy z nedostatku likvidity země a jeho vlivu na politickou a ekonomickou situaci v zemi.

Také Ukrajině snížila agentura Moody's prognózu ratingu země z úrovně B2 stabilní na stupeň negativní. K tomuto snížení se přiklonila z důvodů silných fiskálních tlaků v zemi, zvyšování zadluženosti Ukrajiny, kdy finanční zdroje vlády jsou velmi omezené. Zhoršila se také obchodní bilance země a výraznou roli budou hrát parlamentní volby v letošním roce, které mohou ohrozit chystané ekonomické reformy země. Dále také může dojít k obchodně politickým úpravám v těchto zemích, které povedou ke změnám podmínek v obchodních kontraktech, čímž dojde k nedosažení očekávaných tržeb společnosti Prestar, s.r.o. Opomenout nelze ani přírodní katastrofy a pohromy, které mohou mít vliv na splnění pohledávek zahraničních obděratelů.

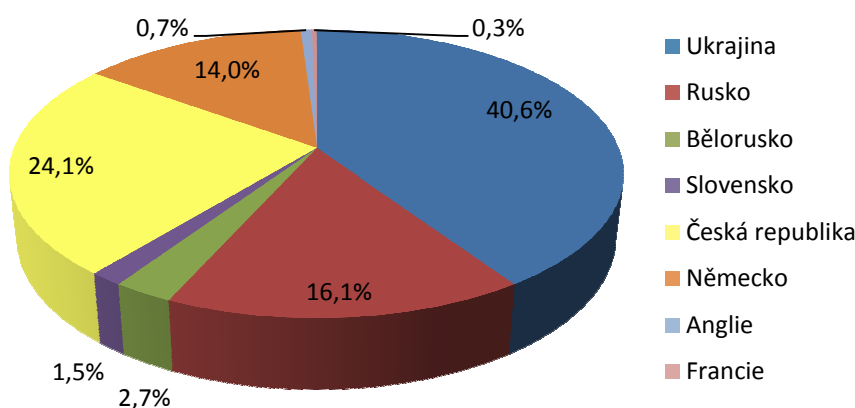


### 3.2.5. Tržní riziko

Vliv na peněžní toky společnosti mají především dvě kategorie tržního rizika, a to měnové riziko a komoditní riziko.

Jak již bylo uvedeno výše společnost Prestar, s.r.o. obchoduje především se zahraničními odběrateli, kteří jí vyplácejí své pohledávky v zahraniční měně. Společnost je tak vystavena měnovému riziku. V níže uvedeném grafu 3.1 je znázorněna struktura exportu dle jednotlivých zemí v roce 2010. V grafu je uvedeno, že pouze 24,1 % produkce plyne k odběratelům z České republiky. Mezi největší zahraniční odběratele v posledních letech patří Ukrajina, Rusko a Německo.

Graf 3.2 Struktura exportu v roce 2010



Zdroj: Prestar, s.r.o.

Společnost Prestar, s.r.o. inkasuje veškeré úhrady za své výrobky od svých zahraničních odběratelů v eurech. Firma je tedy vystavena riziku změn měnového kurzu eura vůči české koruně. Měnové kurzy se na trzích dennodenně mění, přičemž výraznější změny, kdy dojde k poklesu měnového kurzu, vedou ke ztrátám firmy. Roční tržby společnosti plynoucí ze zahraničí se pohybují ve výši přes 100 milionů Kč. Takovéto objemy plateb mohou mít při výrazných poklesech měnového kurzu eura výrazný dopad na hospodaření společnosti a na její peněžní toky. Toto měnové riziko se také prodlužuje s dobou, které uplyne od dohodnutí daného kontraktu a dobou, kdy je přijata úhrada od odběratele. Doba výroby daného výrobku, stroje, konstrukce či zařízení se dále odvíjí od složitosti dané zakázky. Většinou se tato doba pohybuje okolo 1 až 4 měsíců (u složitých produktů déle) a na ni navazuje období splatnosti faktury pro odběratele, které bývá dlouhé 2 až 4 měsíce, dle sjednaných podmínek s odběratelem. Od doby dohodnutí zakázky a sjednání smlouvy až po

uhrazení odběratelem může uplynout až 8 měsíců, kdy v rámci této doby můžu dojít ke značným výkyvům ve vývoji měnového kurzu. V případě výrazného poklesu kurzu, má tento vývoj na společnost negativní dopady. Společnost je také vystavena měnovému riziku ze změny měnového kurzu eura při nákupu materiálu ze zahraničí.

Prestar, s.r.o. je společností zaměřující se především na výrobní činnost. Pro zabezpečení plynulého výrobního procesu vznikají společnosti výrobní náklady. Největší částí nákladů jsou zejména spotřeba materiálu, spotřeba energie a mzdové náklady. V rámci výrobní činnosti jsou spotřebovávány různé druhy materiálu, kdy značnou část materiálu tvoří ocelový materiál, jehož podíl na celkovém materiálu činí 30 %. Společnost tedy čelí také komoditnímu riziku, jež představuje riziko ztráty ze změn ceny oceli na zahraničních trzích, kde firma ocelový materiál nakupuje. Společnost nakupuje ocelový materiál od několika stálých dodavatelů v rámci Evropské unie.

### **3.3. Finanční toky společnosti**

Obsahem této podkapitoly je charakteristika finančních výsledků společnosti v minulosti, konkrétně v letech 2006 až 2010. Je zde zhodnocen vývoj výsledku hospodaření a peněžních toků společnosti.

Vývoj výsledku hospodaření je zachycen v Tab. 3.3 a také je graficky zobrazen v grafu 3.3. V prvních třech letech sledovaného období docházelo k růstu provozního výsledku hospodaření a i celkového výsledku hospodaření za účetní období. Tento vývoj byl podpořen především růstem odbytu. Dále společnost mohla rozšířit svou výrobu, neboť uspěla ve výběrovém řízení Phare 2003 a pořídila čtyři nové stroje v období prosinec 2005 až únor 2006. V roce 2008 společnost pořídila další investiční majetek ve výši cca 10 mil. Kč z vlastních zdrojů. Strategie společnosti byla soustředěna na rozšíření sortimentu a výroby a tím i na zvyšování počtu zákazníků. Jednalo se zejména o oblast manipulační techniky a strojů pro výrobu trubek a tyčí. Zvyšování sortimentu vedlo k rozhodnutí zahájit v roce 2007 výstavbu nové haly pro montáž strojů.

Období do roku 2009 bylo tedy pro společnost velmi příznivé. V roce 2009 dopadly na společnost důsledky celosvětové finanční krize, což se projevilo na poklesu jejích tržeb a na výsledné ztrátě. Pokles tržeb byl v roce 2009 velmi výrazný z 292 116 000 Kč v roce 2008 na 73 728 000 Kč v roce 2009.

V roce 2010 se již společnosti podařilo dosáhnout kladného výsledku hospodaření za účetní období. Na tento vývoj měl vliv především růst exportu do zahraničí. V roce 2009 činil

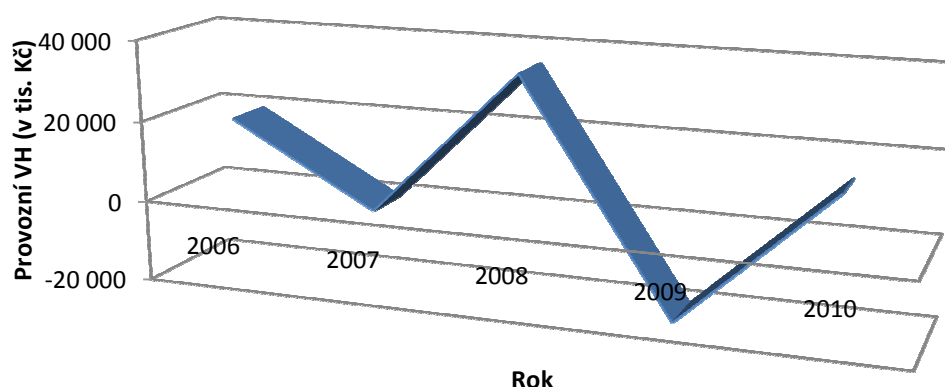
export do zahraničí cca 47 %, v roce 2010 to již bylo přes 75 %. Výrazně se především zvýšil export na Ukrajinu a nově společnost začala vyvážet do Ruska a Běloruska. Tržby se v roce 2010 zvýšily na hodnotu 141 737 000 Kč.

Tab. 3.3 Vývoj výsledku hospodaření v letech 2006 až 2010 (v tis. Kč)

Rok	Provozní výsledek hospodaření	Finanční výsledek hospodaření	Výsledek hospodaření za účetní období
2006	19 873	-2 125	13 164
2007	26 757	3 250	18 189
2008	35 831	-2 315	33 153
2009	-19 551	-1 324	-21 079
2010	14 321	-4 300	9 930

Zdroj: Prestar, s.r.o.

Graf 3.3 Vývoj provozního VH za období 2006 až 2010



Zdroj: Prestar, s.r.o., vlastní zpracování

V tabulce 3.4 je zachycen vývoj peněžních toků z provozní činnosti společnosti, změna peněžních prostředků a jejich stav na konci období. Vývoj peněžních toků z provozní činnosti je také zobrazen v grafu 3.4. V letech 2006 až 2008 společnost dosahovala zůstatků peněžních prostředků a peněžních ekvivalentů okolo 20 až 25 tis. Kč. V roce 2009, kdy se společnost dostala do ztráty, se jí nepodařilo udržet konečný stav peněžních prostředků v kladných hodnotách, a to zejména díky zápornému peněžnímu toku z provozní činnosti. Tato záporná

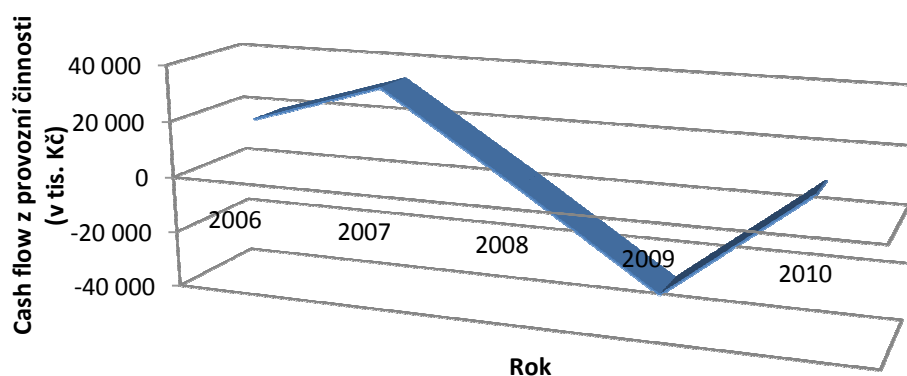
hodnota ve výši -23 179 Kč byla řešena čerpáním kontokorentního úvěru. V roce se však společnosti podařilo dosáhnout peněžního toku z provozní činnosti ve výši 9 642 000 Kč, stav PP a PE na konci období byl již kladný.

Tab. 3.4 Cash flow společnosti za období 2006 až 2010 (v tis. Kč)

Rok	Čistý peněžní tok z provozní činnosti	Zvýšení, resp. snížení peněžních prostředků	Stav PP a PE na konci období
2006	19 664	13 948	21 439
2007	34 024	3 788	25 227
2008	3 339	-4 635	20 592
2009	-28 797	-43 771	-23 179
2010	9 642	7 668	12 348

Zdroj: Prestar, s.r.o.

Graf 3.4 Vývoj cash flow z provozní činnosti v letech 2006 až 2010



Zdroj: Prestar, s.r.o., vlastní zpracování

### 3.4. Plánované výkazy společnosti na prosinec 2011

Společnost Prestar, s.r.o. stanovila s ohledem na své cíle, vývoj její finanční situace v předchozím období a dle dohodnutých zakázek plánovaný výkaz cash flow a plánovaný výkaz zisku a ztráty za měsíc prosinec 2011. Hodnota položek výkazů je stanovena jak v českých korunách, tak v eurech. Pro přepočítání z české měny na eura byl použit měnový kurz

eura platný k 24. listopadu 2011 ve výši 25,695 CZK/EUR. Některé z položek byly stanoveny jako dvanáctina předpokládané výše dané položky za rok.

V Tab. 3.5 jsou uvedeny vybrané položky z plánovaných výkazů společnosti na měsíc prosinec 2011, na které má vliv měnové a komoditní riziko. Plánovaný výkaz cash flow a plánovaný výkaz zisku a ztráty na prosinec 2011 jsou uvedeny v Příloze 1.

Tab. 3.5 Vybrané položky plánovaných výkazů na měsíc prosinec 2011 (v tis. Kč, v tis. Eur)

<b>Název položky</b>	<b>v CZK</b>	<b>v EUR</b>
Tržby za prodej vlastních výrobků a služeb	24 343	947
Spotřeba materiálu a energie	6 819	265
Změna stavu pohledávek z provozní činnosti	-1 095	-43
Změna stavu krátkodobých závazků z provozní činnosti	-2 249	-88
Změna stavu zásob	529	21

Zdroj: Prestar, s.r.o.

## **4. Kvantifikace rizik pomocí metodologie CorporateMetrics**

Tato kapitola je věnována především stanovení vlivu měnového a komoditního rizika, na peněžní toky společnosti, a to využitím ukazatele CashFlow at Risk (CFaR). Hodnota CFaR bude vyčíslena pomocí metody filtrované historické simulace a také využitím Cornish-Fisherovy aproximace pro prosinec roku 2011. Pro tržby bude také vypočtena hodnota Sales at Risk (SaR). Oba ukazatele budou vyhodnoceny na hladině pravděpodobnosti 1 % a 5 %.

V počáteční části kapitoly je zaměřena pozornost na charakteristiku daných rizikových faktorů podniku a také na modelování volatility. Volatilita je v práci modelována využitím modelu GARCH. Výhodou tohoto modelu je skutečnost, že dokáže zachytit shlukování volatility neboli volatility clustering, kdy výnosy mají tendenci vykazovat období vysoké a nízké volatility, která se střídají. Dále se nachází podkapitola s výpočty SaR a CFaR zahrnující také odhad provozních výnosů a nákladů, výsledku hospodaření a cash flow z provozní činnosti. Kromě samotného výpočtu SaR a CFaR jsou zde také uvedeny výsledné hodnoty Expected Tail Loss a výpočty marginálního VaR. V závěru kapitoly je vyčíslena výše ekonomického kapitálu.

### **4.1. Rizikové faktory**

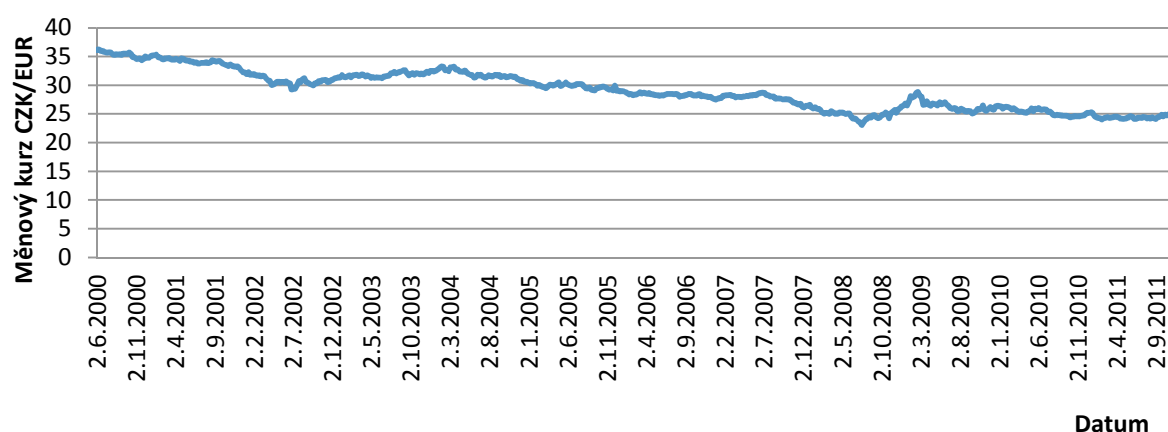
Jelikož společnost v převážné míře obchoduje s členskými státy Evropské unie a veškeré tržby ze zahraničí jí jsou vypláceny v eurech, je vystavena měnovému riziku při prodejkách do zahraničí. Toto měnové riziko se zde vyskytuje v podobě změn měnového kurzu CZK/EUR.

Společnost nepodléhá jen měnovému riziku na výstupu, ale také riziku na vstupu při nákupu materiálu ze zahraničí v podobě komoditního rizika a měnového rizika. Společnost nakupuje velké množství materiálu z oceli a z tohoto důvodu jsou její peněžní toky ovlivněny vývojem cen oceli.

#### **4.1.1. Měnový kurz CZK/EUR**

Pro výpočet měnového rizika pomocí historické simulace je nutné získat historickou časovou řadu měnového kurzu. Konkrétně jsou použita týdenní data měnového kurzu CZK/EUR za období od 2. června roku 2000 do 24. listopadu roku 2011. Tato data byla zjištěna z webových stránek České národní banky. Vývoj týdenních měnových kurzů CZK/EUR je uveden v následujícím grafu 4.1. Veškerá vstupní data měnového kurzu jsou uvedena v Příloze 2.

Graf 4.1 Vývoj měnového kurzu CZK/EUR

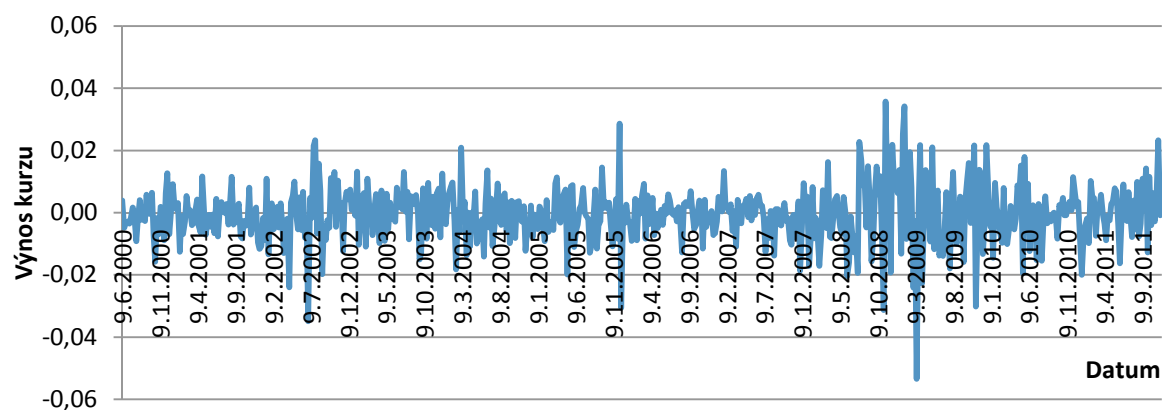


Zdroj: ČNB, vlastní zpracování

Z grafu je zřejmé, že na počátku sledovaného období, tedy v polovině roku 2000 se hodnota kurzu pohybovala ve výši přes 36 Kč za euro. Následovalo dvouleté období, kdy kurz klesal. Na přelomu června a července 2002 se kurz propadl a svou doposud nejnižší hodnotu přes 29 Kč za euro. Toto období bylo vystřídáno posilováním eura, které trvalo až do března 2004. V dalších letech byl zaznamenán dlouhodobý pokles kurzu, který se výrazně propadl v červenci roku 2008. Od poloviny roku 2008 do března roku 2009 lze vypočítat oslabování české koruny. Tento vývoj byl dán působením hospodářské krize. V následujícím období však dále docházelo k posilování české koruny vůči euru. V dlouhodobém hledisku lze konstatovat, že kurz eura má klesající tendenci.

Tuto časovou řadu týdenních měnových kurzů je nutné dále modelovat. Je třeba stanovit výnosy měnových kurzů. Časovou řadu výnosů měnového kurzu CZK/EUR zachycuje Graf 4.2.

Graf 4.2 Vývoj výnosů měnového kurzu CZK/EUR



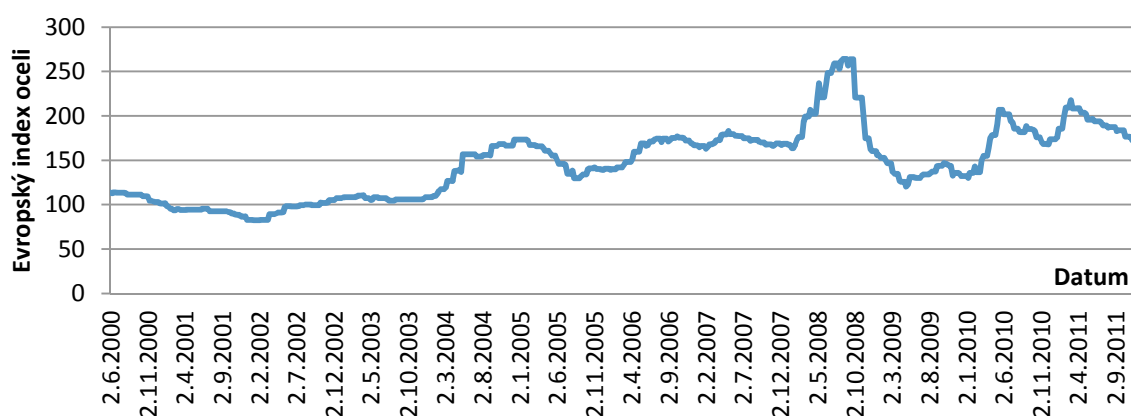
Zdroj: Vlastní výpočty

Graf 4.2 zobrazuje vývoj výnosu měnového kurzu eura. V letech 2008 a 2009 lze sledovat větší rozkolísání výnosu kurzu vlivem působení hospodářské krize. S výjimkou těchto výraznějších výkyvů se výnos kurzu ve sledovaném období pohyboval mezi hodnotami – 0,01 a 0,01.

#### 4.1.2. Cena oceli

Druhým rizikovým faktorem ovlivňujícím peněžní toky společnosti Prestar, s.r.o. je cena oceli. Cena oceli je zde vyjádřena v podobě Evropského indexu cen oceli a byla zjištěna z webových stránek londýnské společnosti CRU Group. Tato společnost se orientuje na analýzy trhu a poradenství v oblasti těžby a kovů. Evropský index cen oceli představuje vývoj cen oceli v podobě týdenních dat za období od 2. června 2000 do 24. listopadu 2011. Tento vývoj je zobrazen v následujícím grafu.

Graf 4.3 Vývoj Evropského indexu cen oceli



Zdroj: CRU Group

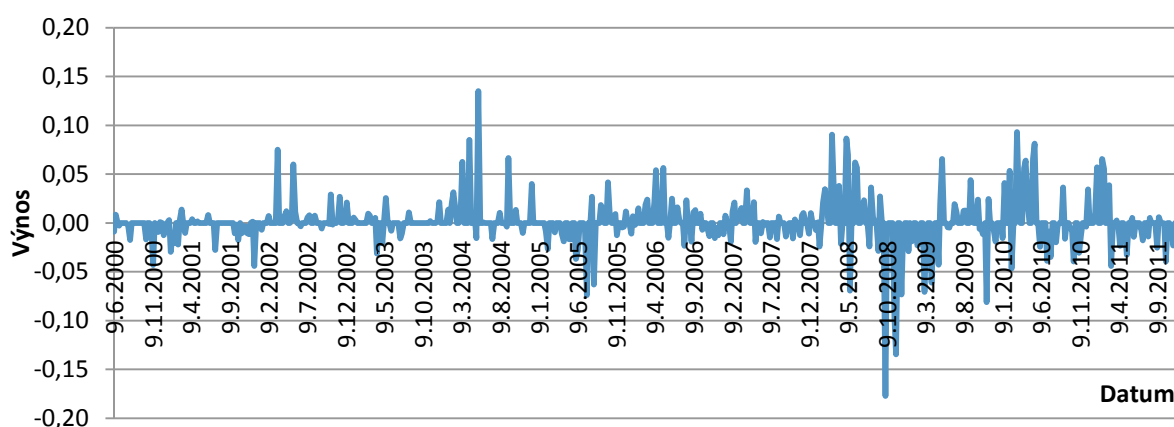
Graf 4.3 zachycuje vývoj Evropského indexu cen oceli za sledované období. Z grafu je patrné, že v letech 2000 a 2001 docházelo k poklesu indexu, jenž byl vyvolán klesající poptávkou po oceli. V následujícím období až do září roku 2008 lze vidět rostoucí trend indexu oceli s výjimkou poklesu v roce 2005. V roce 2005 došlo k markantnímu zlevňování oceli v Evropské unii. Dlouhodobý rostoucí trend cen oceli byl podporován především vysokou poptávkou po oceli a výrazným nárůstem výroby zejména v Číně. Nepříznivý je však růst vstupních surovin pro výrobu oceli. Také ocelářský průmysl postihla hospodářská krize, která vedla k nejisté poptávce a finančnímu zatížení hutních podniků. Tento fakt se promítnul do cen oceli, které začaly prudce klesat. Na přelomu let 2009 a 2010 se již podařilo poptávku



opět obnovit a index oceli začal znovu růst. Poptávku podpořila především Čína jakožto největší odběratel oceli na světě. V posledních letech cena oceli roste, tento růst je však stále doprovázen zdražováním vstupních surovin. V budoucnu lze očekávat další pozvolný růst cen oceli.

Také u tohoto rizikového faktoru je nutné stanovit jeho výnosy. Graf 4.4 zachycuje vývoj výnosů Evropského indexu cen oceli. Jedná se o výnos za období od června roku 2000 do listopadu 2011. I zde je zřejmé rozkolísání výnosů v letech 2008 a 2009 vlivem hospodářské krize, které postihla také ocelářský průmysl.

Graf 4.4 Vývoj výnosu Evropského indexu cen oceli



Zdroj: Vlastní výpočty

## 4.2. Modelování volatility

U metody historické simulace se můžeme setkat s jejími nevýhodami. Jednou z nich je skutečnost, že dnešní data mohou mít nízkou volatilitu, přičemž u minulých dat jsme se mohli potýkat s vysokou hodnotou volatility. Jako řešení tohoto problému je aplikována metoda filtrované historické simulace, která umožňuje odstranit staré informace z údajů.

Pro výpočet CFaR na bázi filtrované historické simulace je nutné modelovat volatilitu dané časové řady. Volatilita výnosů měnového kurzu eura a výnosů cen oceli je stanovena využitím GARCH modelu a EGARCH modelu. Výpočty volatility dle obou modelů byly provedeny v programu Excel.

Volatilita dle modelu GARCH byla stanovena dle vzorce (2.59). Nejprve jsou stanoveny výchozí hodnoty parametrů. Následně je stanovena hodnota pro podmíněný výnos  $r_t'$  dle vztahu

$$r_t' = r_t \cdot a_1, \quad (4.1)$$

kde  $r_t$  je hodnota výnosů měnového kurzu (cen oceli) a  $a_1$  je jeden ze vstupních parametrů modelu. Dalším krokem bylo stanovení náhodné chyby  $\varepsilon_t$  dle vzorce

$$\varepsilon_t = r_{t-1} - r_t'. \quad (4.2)$$

Dále je stanovena věrohodnostní funkce dle vzorce (2.60) a vypočten její logaritmus pomocí vzorce (2.61). Parametry modelu byly odhadnuty metodou maximální věrohodnosti. Na základě účelové funkce modelu GARCH lze říci, že logaritmická věrohodnostní funkce  $L$  má být maximalizována, přičemž zde musí platit dvě omezující podmínky

$$\sum L \rightarrow \max, \quad \text{UF}$$

$$\eta + \beta < 1, \quad \text{P1}$$

$$\omega, \eta, \beta \geq 0, \quad \text{P2}$$

kde UF je účelová funkce a P1 a P2 jsou omezující podmínky.

Zlogaritmovaná věrohodnostní funkce byla maximalizována užitím Řešitele z nabídky Analýzy dat v Excelu. Vyhodnocením řešitele byly vypočteny dané parametry modelu a zjištěna volatilita časové řady výnosů měnového kurzu.

Odhadem modelu GARCH jsme tak získali časovou řadu směrodatných odchylek nutných pro výpočet standardizovaných výnosů užitím vzorce (2.8).

Jako druhý model pro predikci volatility byl vybrán model EGARCH. I u tohoto modelu byly v první řadě stanoveny vstupní hodnoty parametrů, vypočteny hodnoty podmíněného výnosu a hodnoty náhodné chyby  $\varepsilon_t$ . Poté následuje vytvoření náhodné složky  $z_t$ , která představuje normovaný výnos, dle vzorce (2.65). Dále je možné vyčíslit reakční funkci  $g(z_t)$  využitím vztahu (2.66) a také model pro podmíněný rozptyl dle vztahu (2.64) a následně jeho exponent. Věrohodnostní funkce  $L$  je dána vztahem (2.67). Účelová funkce modelu EGARCH určuje, že věrohodnostní funkce má být maximalizována. Na rozdíl od předchozího modelu GARCH zde nejsou žádné omezující podmínky.

$$\sum L \rightarrow \max, \quad \text{UF}$$

Věrohodnostní funkce byla maximalizována za pomoci Řešitele z nabídky Analýza dat v Excelu. Výsledné hodnoty parametrů modelů GARCH a EGARCH pro výnosy měnového kurzu CZK/EUR a pro výnosy cen oceli jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tab. 4.1 Hodnoty parametrů modelu GARCH

Parametry	Měnový kurz CZK/EUR	Cena oceli
$\omega$	0,00000	0,00001
$\eta$	0,09643	0,10739
$\beta$	0,87249	0,89261

Zdroj: Vlastní výpočty

Tab. 4.2 Hodnoty parametrů modelu EGARCH

Parametry	Měnový kurz CZK/EUR	Cena oceli
$\omega$	-0,37688	-11,62600
$\beta$	0,95968	-0,52467
$\theta$	0,03146	0,05096
$\gamma$	0,21963	0,32623

Zdroj: Vlastní výpočty

Pro volbu vhodnějšího modelu bylo použito Akaikeho kritérium AIC, kde se jako vhodnější model vybírá model minimalizující hodnoty tohoto kritéria. Hodnoty tohoto kritéria byly zjištěny výpočtem modelu GARCH a modelu EGARCH pro dané časové řady výnosů v programu GiveWin2. V tabulce 4.3 jsou uvedeny výsledné hodnoty AIC kritéria pro dané modely.

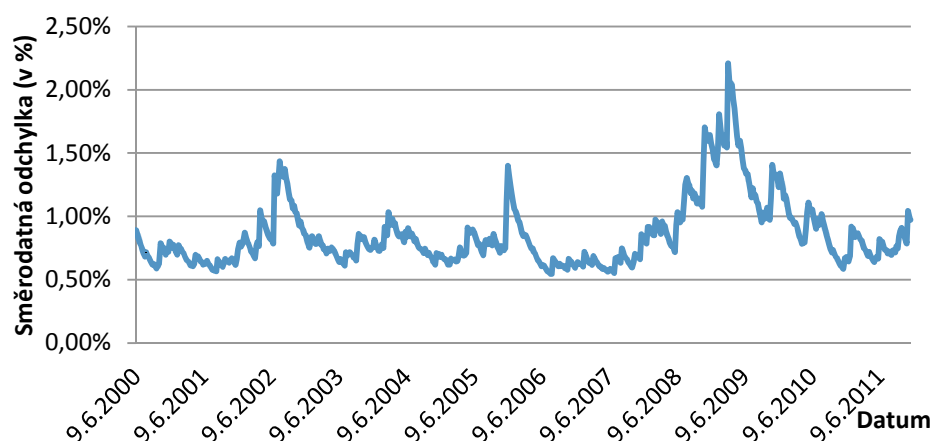
Tab. 4.3 Hodnoty AIC kritéria pro modely GARCH a EGARCH

	AIC pro výnos měnového kurzu	AIC pro výnos ceny oceli
GARCH	-6,76	-5,04
EGARCH	-6,76	-4,85

Zdroj: Vlastní výpočty

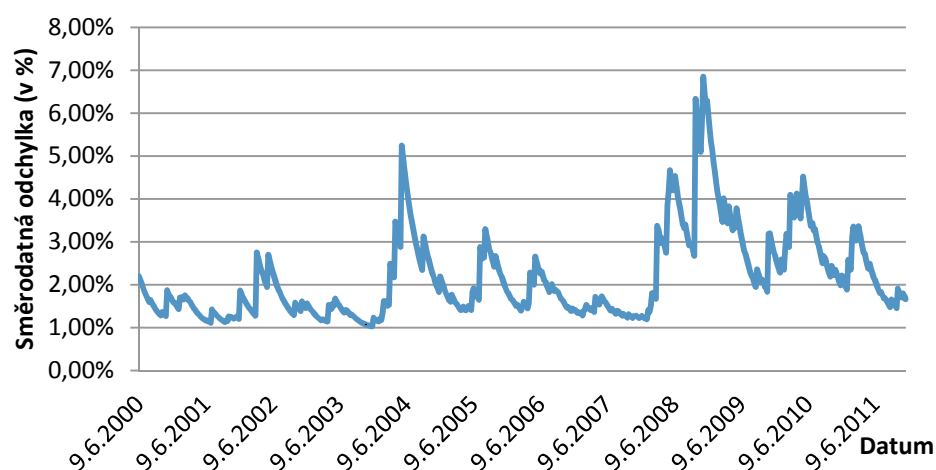
Pro modelování volatility ceny oceli byl vybrán model s nižší hodnotou AIC kritéria, tedy model GARCH. AIC kritérium pro časovou řadu výnosů měnového kurzu eura vyšlo ve výši -6,76 jak pro model GARCH, tak i pro model EGARCH. Pro zjednodušení výpočtu byl vybrán model GARCH. V následujících grafech 4.5 a 4.6 je zachycen vývoj směrodatné odchylky měnového kurzu eura a ceny oceli vypočítané pomocí modelu GARCH.

Graf 4.5 Vývoj směrodatné odchylky měnového kurzu CZK/EUR dle modelu GARCH



Zdroj: Vlastní výpočty

Graf 4.6 Vývoj směrodatné odchylky ceny oceli dle modelu GARCH



Zdroj: Vlastní výpočty

### 4.3. Simulace filtrovaných výnosů

Prvním krokem při stanovení filtrovaných výnosů měnového kurzu eura a cen oceli je výpočet standardizovaných výnosů dle vzorce (2.8). Dále následuje provedení výpočtu aktuálního rozptylu neboli volatility prvního týdne pomocí vzorce (2.9), který je třeba pro stanovení simulovaných výnosů prvního týdne dle vzorce (2.10).

Jelikož má být stanovena hodnota CFaR (SaR) pro měsíc prosinec 2011, je třeba simulovat měsíční výnosy. Dalším krokem postupu výpočtu je stanovení volatility druhého týdne a výnosu druhého týdne. Volatilita druhého týdne se vyčíslí dle vztahu

$$\sigma_2^2 = \omega + \eta \cdot r_1^2 + \beta \cdot \sigma_1^2, \quad (4.3)$$

kde  $\sigma_2^2$  je volatilita druhého týdne,  $\omega, \eta, \beta$  jsou parametry modelu GARCH,  $r_1$  je výnos prvního týdne a  $\sigma_1^2$  je volatilita prvního týdne. Po odmocnění volatility získáme směrodatnou odchylku druhého týdne.

Poté je třeba stanovit standardizované výnosy, u kterých musí platit, že jsou náhodné. Ty jsou stanoveny dle náhodného čísla řádku, které je vybráno v Excelu. Výnos druhého týdne je pak vypočítán jako součin směrodatné odchylky druhého týdne a náhodného standardizovaného výnosu pro druhý týden. Obdobným způsobem je stanovena volatilita třetího a čtvrtého týdne a také výnos třetího a čtvrtého týdne. Když již známe hodnoty výnosů za jednotlivé týdny, je možné stanovit měsíční výnos jako součet výnosů za první až čtvrtý týden, čímž zjistíme hodnotu simulovaného filtrovaného měsíčního výnosu.

V níže uvedeném Grafu 4.7 je zobrazen vývoj měsíčního filtrovaného výnosu měnového kurzu eura. V Grafu 4.8 je zachycen vývoj měsíčního filtrovaného výnosu ceny oceli. Výnosy obou rizikových faktorů byly filtrovány pomocí volatility, která byla modelována využitím modelu GARCH.

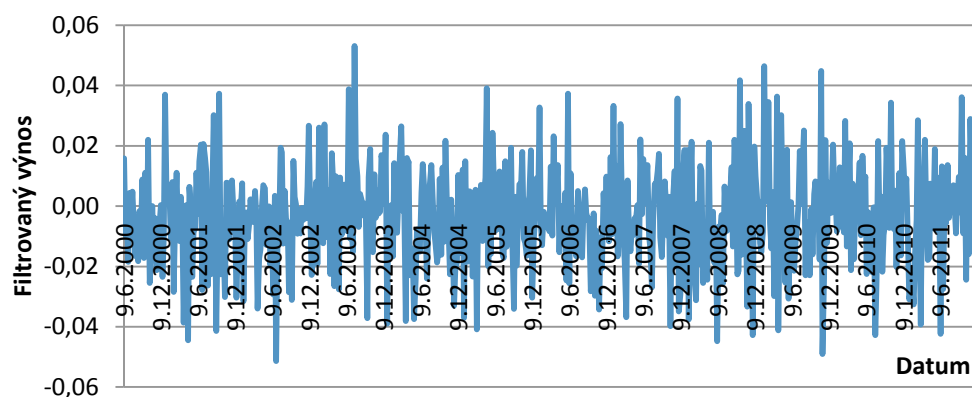
Pokud je více časových řad výnosů, je výnosy lepší filtrovat nejen volatilitou, ale pomocí kovarianční matice, resp. trojúhelníkové matice z Choleského dekompozice kovarianční matice. Kovarianční matice se přitom mění v čase, i když jsou kovariance konstantní. Je zde nutné simulovat nejen volatilitu, ale i kovariance. V práci bylo od tohoto postupu upuštěno a z důvodu zjednodušení byly výnosy filtrovány pouze dle volatility. Tuto aproximaci, lze však použít pouze pokud jsou výnosy vzájemně nezávislé. Pro posouzení závislosti byly zjištěny hodnoty korelace a kovariance výnosů daných rizikových faktorů, které jsou uvedeny v Tab. 4.4. Na základě hodnot v uvedené tabulce, je možné říci, že se jedná o velmi slabou nepřímou závislost mezi výnosy ceny oceli a výnosy měnového kurzu eura.

Tab. 4.4 Korelace a kovariance

<i>Korelace</i>	<i>Výnos ocel</i>	<i>Výnos kurz</i>	<i>Kovariance</i>	<i>Výnos ocel</i>	<i>Výnos kurz</i>
<i>Výnos ocel</i>	1		<i>Výnos ocel</i>	0,000492	
<i>Výnos kurz</i>	-0,0927	1	<i>Výnos kurz</i>	-0,000019	0,0000796

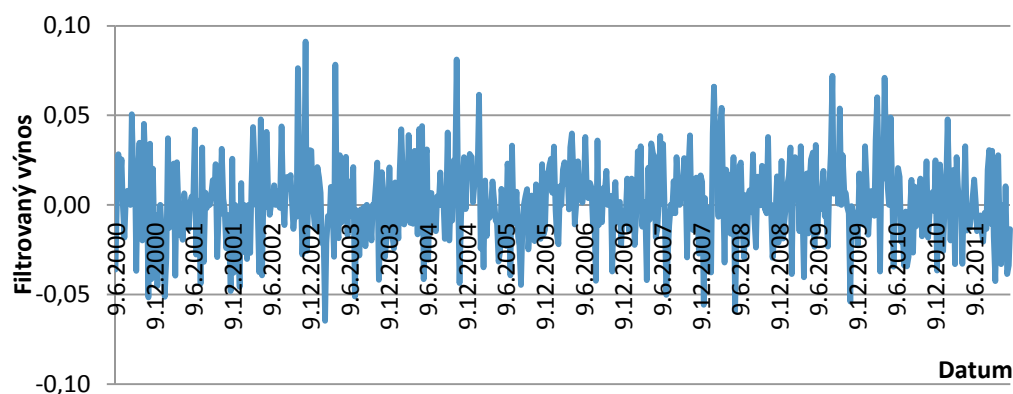
Zdroj: Vlastní výpočty

Graf 4.7 Vývoj měsíčního filtrovaného výnosu měnového kurzu eura



Zdroj: Vlastní výpočty

Graf 4.8 Vývoj měsíčního filtrovaného výnosu ceny oceli



Zdroj: Vlastní výpočty

#### 4.4. Výpočet hodnoty Sales at Risk a Cash Flow at Risk

Tato podkapitola je věnována výpočtu Sales at Risk a Cash Flow at Risk pro měsíc prosinec roku 2011. Hodnoty SaR a CFaR jsou zjišťovány nejen dle filtrované historické simulace, ale také byl proveden výpočet CFaR na bázi Cornish-Fisherovy aproximace. Před výpočtem těchto hodnot je však nutné provést odhady provozního výsledku hospodaření a peněžních toků. V závěru je zde stanovena hodnota Expected Tail Loss, také marginální VaR pro jednotlivé rizikové faktory a ekonomický kapitál.

Pro výpočet hodnoty CFaR je třeba odhadnout výši peněžních toků, které jsou ovlivněny měnovým a komoditním rizikem. V Tab. 3.5 a 3.6 jsou zachyceny plánované výkazy společnosti na prosinec 2011. Z těchto výkazů lze stanovit jednotlivé položky, na něž

má vliv měnové a komoditní riziko. Konkrétně se bude jednat o položku *Tržby za prodej vlastních výrobků a služeb* a položku *Spotřeba materiálu a energie* ve výkazu zisku a ztráty. Bylo stanoveno, že 70 % tržeb z prodeje vlastních výrobků a služeb je ovlivněno měnovým rizikem, neboť průměrná hodnota tržeb plynoucích ze zahraničí se pohybuje okolo 70 %. Dále bylo společností stanoveno, že cca 30 % spotřebovaného materiálu a energie tvoří ocelový materiál. Jelikož je ocelový materiál nakupován ze zahraničí, podléhá jak komoditnímu, tak měnovému riziku. Ostatní položky výkazu zisku a ztráty zůstanou nezměněny. Po simulaci položek tržeb a spotřeby materiálu, je možné sestavit výkaz zisku a ztráty, ze kterého zjistíme simulovanou hodnotu účetního výsledku hospodaření, která se promítá do výkazu cash flow.

Do výkazu cash flow tedy vstupuje položka účetní VH za běžnou činnost, dále jsou zde upraveny hodnoty položek *Změna stavu pohledávek z provozní činnosti*, *Změna stavu krátkodobých závazků z provozní činnosti* a *Změna stavu zásob* v závislosti na vlivu daných rizikových faktorů na tyto položky. U položky pohledávek je stanoveno, že ze 70 % jsou pohledávky vystaveny měnovému riziku v podobě měnového kurzu eura. Také u položky změna stavu závazků, je stanoveno, že ze 70 % podléhají riziku, avšak nejen měnovému, ale i komoditnímu. Pro zásoby je odhadnuta výše 15 %, jenž podléhá komoditnímu i měnovému riziku.

V Tab. 4.5 je zachycen výčet položek z výkazu zisku a ztráty a výkazu cash flow podléhajících měnovému a komoditnímu riziku za měsíc prosinec 2011. Jedná se zde o 70 % tržeb podléhajících měnovému riziku, atd.

Tab. 4.5 Položky podléhající měnovému a komoditnímu riziku za prosinec 2011 (v EUR)

<b>Položky</b>	<b>v EUR</b>
Tržby za prodej vlastních výrobků a služeb	663 168
Spotřeba materiálu a energie	79 609
Změna stavu pohledávek z provozní činnosti	-29 833
Změna stavu krátkodobých závazků z provozní činnosti	-61 271
Změna stavu zásob	3 088

Zdroj: Prestar, s.r.o.

V práci je pro zjištění hodnoty SaR či CFaR počítáno s jednotlivými položkami výkazů za prosinec 2011, které jsou uvedeny v Tab. 4.5. Nejprve je třeba stanovit hodnotu náhodně se vyvíjejícího měnového kurzu dle vztahu

$$K\tilde{u}rz_t = Kurz_{PZ} \cdot (1 + \tilde{r}_{k,t}) , \quad (4.4)$$

kde  $K\tilde{u}rz_t$  je náhodná simulovaná hodnota měnového kurzu eura v čase  $t$ ,  $Kur_{pZ}$  je hodnota měnového kurzu v posledním známém období (konkrétně se jedná o hodnotu kurzu k 24. listopadu 2011 ve výši 25,695 Kč) a  $\tilde{r}_{k,t}$  je náhodně se vyvíjející měsíční filtrovaný měnový kurz v čase  $t$ , zjištěný jakou součet výnosů za první až čtvrtý týden, viz výše.

Následně je již možné stanovit náhodně se vyvíjející tržby v českých korunách pomocí vzorce

$$\tilde{S}_{CZK} = K\tilde{u}rz_t \cdot S_{EUR}, \quad (4.5)$$

kde  $\tilde{S}_{CZK}$  jsou náhodně se vyvíjející tržby za prodej vlastních výrobků a služeb v českých korunách,  $S_{EUR}$  je plánovaná výše tržeb podléhajících měnovému riziku v eurech.

Obdobným způsobem jsou vyčísleny i ostatní položky výkazů, uvedené v Tab. 4.4. V případě spotřeby materiálu z výkazu zisku a ztráty a položky změna stavu zásob a změna stavu závazků z výkazu cash flow je jejich náhodný vývoj v českých korunách zjištěn dle vztahu

$$C\tilde{F}_{CZK} = K\tilde{u}rz_t \cdot \tilde{r}_{O,t} \cdot CF_{EUR}, \quad (4.6)$$

kde  $C\tilde{F}_{CZK}$  je náhodně se vyvíjející položka peněžních toků v českých korunách (např. změna stavu zásob) v českých korunách,  $\tilde{r}_{O,t}$  je náhodný měsíční filtrovaný výnos ceny oceli v čase  $t$ ,  $CF_{EUR}$  je hodnota položky výkazu peněžních toků v eurech. Hodnota položky spotřeba materiálu v EUR a položky změna stavu zásob a změna stavu závazků v EUR bude násobena nejen náhodně se vyvíjejícím kurzem, ale také náhodným měsíčním výnosem ceny oceli. Tyto položky podléhají komoditnímu i měnovému riziku. Položka týkající se změny stavu pohledávek je vystavena pouze měnovému riziku a její hodnota v eurech je teda násobena jen náhodně se vyvíjejícím kurzem.

Po zjištění výše náhodně se vyvíjejících tržeb v českých korunách a náhodně se vyvíjející spotřeby materiálu a energie v českých korunách je možné sestavit simulovaný výkaz zisku a ztráty. Z tohoto výkazu pak zjistíme výši náhodně se vyvíjejícího účetního výsledku hospodaření, který vstupuje do výkazu cash flow. Na základě hodnoty účetního VH je možné sestavit i simulovaný výkaz cash flow a zjistit tak hodnotu náhodně se vyvíjejícího cash flow z provozní činnosti.



#### 4.4.1. Odhad výnosů společnosti

Největší část provozních výnosů společnosti tvoří tržby za prodej vlastních výrobků a služeb. Jak již bylo uvedeno výše 70 % tržeb je společnosti vypláceno v eurech a jedná se tedy o tržby ovlivňované měnovým rizikem. Zbýlých 30 % tržeb za vlastní výrobky a služby společnost inkasuje v českých korunách a měnovému riziku nepodléhá. Výši celkových tržeb tak lze stanovit dle vztahu

$$CT_i^{CZK} = \tilde{T}_i^{EUR,CZK} + T_i^{CZK}, \quad (4.7)$$

kde  $CT_i^{CZK}$  jsou náhodné celkové tržby v čase  $t$  v českých korunách,  $\tilde{T}_i^{EUR,CZK}$  je výše náhodně se vyvíjejících tržeb plynoucích ze zahraničí v čase  $t$  převedených na české koruny a  $T_i^{CZK}$  je výše tržeb v českých korunách nepodléhající měnovému riziku.

V Příloze 1 je zachycen plánovaný výkaz zisku a ztráty pro prosinec 2011. Plánovaná hodnota tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb činí 24 343 000 Kč. Z toho 70 % (17 040 100 Kč) podléhá měnovému riziku a 30 % (7 302 900 Kč) měnovému riziku nepodléhá.

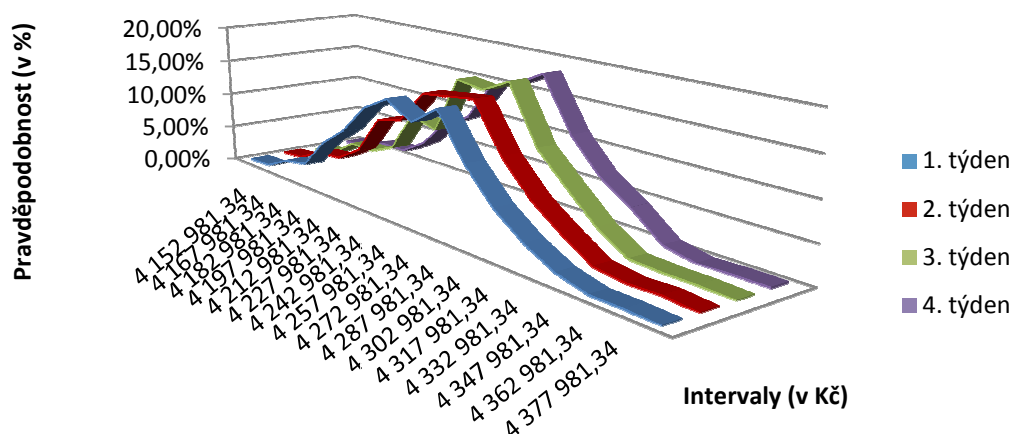
Po stanovení náhodně se vyvíjejících tržeb v jednotlivých týdnech a také pro celý měsíc je možné vytvořit grafy funkce hustoty pro jednotlivé týdny a také za celý měsíc. Grafy byly sestaveny v Excelu za využití funkce Četnosti, následně pak byla vypočtena pravděpodobnost jednotlivých hodnot pro sestavení funkce hustoty. Obsahem Tab. 4.6 je jeden ze scénářů pro odhad tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb na prosinec 2011. Celkové tržby byly vypočteny dle vzorce (4.7) jako součet tržeb podléhajících měnovému riziku a ostatních tržeb, které jsou v neměnné výši 1 825 725 Kč za týden. V Grafu 4.9 je zobrazena funkce hustoty tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb vystavených měnovému riziku pro jednotlivé týdny. V Grafu 4.10 je pak znázorněna funkce hustoty celkových měsíčních tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb.

Tab. 4.6 Odhad tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb pro prosinec 2011 (v Kč)

Období	Tržby podléhající měnovému riziku	Ostatní tržby	Celkové tržby
1. týden	4 278 610,06	1 825 725	6 104 335,06
2. týden	4 248 053,32	1 825 725	6 073 778,32
3. týden	4 304 045,23	1 825 725	6 129 770,23
4. týden	4 273 111,21	1 825 725	6 098 836,21
Měsíc	17 103 819,83	7 302 900	24 406 719,83

Zdroj: Vlastní výpočty

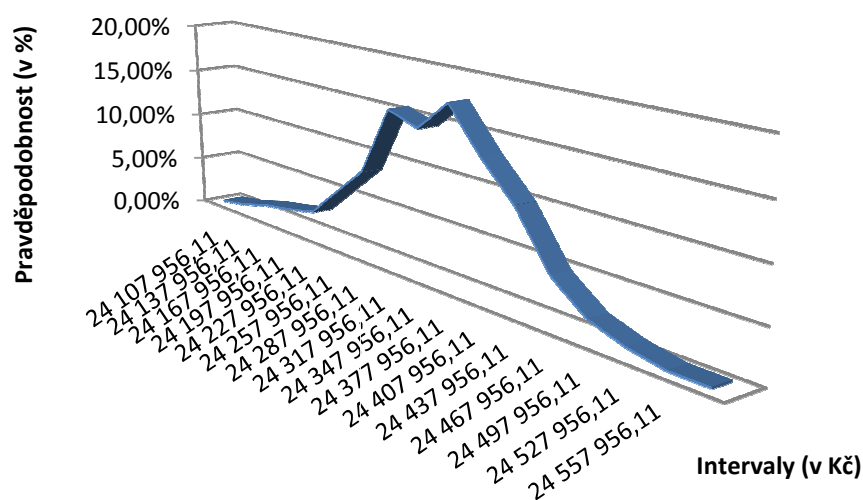
Graf 4.9 Funkce hustoty tržeb podléhajících měnovému riziku pro jednotlivé týdny



Zdroj: Vlastní výpočty

Z Grafu 4.9 lze vyčíst, že funkce hustoty v prvním týdnu se podobá funkci hustoty pro třetí týden. Pro první a druhý týden platí, že nejvíce hodnot se pohybuje v intervalu (4 242 981,34; 4 257 981,34), a to s pravděpodobností 15,36 % a 16,19 %. U třetího a čtvrtého týdne se s pravděpodobností přes 17 % pohybují hodnoty zejména v intervalu (4 227 981,37; 4 242 981,34).

Graf 4.10 Funkce hustoty celkových tržeb pro měsíc prosinec 2011



Zdroj: Vlastní výpočty

Z grafu funkce hustoty celkových tržeb pro měsíc prosinec je možné vyčíst, že nejvíce hodnot je obsaženo v intervalu (24 283 026,74; 24 313 026,74) a to s pravděpodobností 16,03%.

Po zjištění hodnoty celkových tržeb z prodeje vlastních výrobků a služeb, jejichž část podléhá měnovému riziku, je možné zjistit hodnotu celkových výnosů z provozní činnosti. Matematicky lze tyto výnosy v českých korunách vyjádřit jako

$$C\tilde{V}_t^{CZK} = C\tilde{T}_t^{CZK} + V_t^{OST,CZK}, \quad (4.8)$$

kde  $C\tilde{V}_t^{CZK}$  jsou celkové výnosy z provozní činnosti v čase  $t$  v českých korunách,  $C\tilde{T}_t^{CZK}$  jsou celkové tržby vyjádřené dle vztahu (4.7) a  $V_t^{OST,CZK}$  jsou ostatní výnosové položky v čase  $t$ , které nepodléhají měnovému ani komoditnímu riziku. Mezi ostatní výnosy, jež nejsou vystaveny daným rizikovým faktorům, patří položky tržby z prodeje dlouhodobého majetku a materiálu, změna stavu zásob vlastní činnosti, aktivace a ostatní provozní výnosy. V Tab. 4.7 jsou uvedeny odhadnuté hodnoty výnosových položek a celkových provozních výnosů. Výkony představují součtovou položky zahrnující tržby za prodej vlastních výrobků a služeb, aktivaci a změnu stavu zásob vlastní činnosti. V práci je pro zjednodušení považována položka aktivace za konstantu nezávislou na daných rizikových faktorech. Hodnota tržeb z prodeje dlouhodobého majetku a ostatních provozních výnosů se v jednotlivých týdnech nemění, jedná se o konstanty.

Tab. 4.7 Odhad celkových provozních výnosů pro prosinec 2011 (v Kč)

Období	Výkony	Tržby z prod. DM	Ostatní PV	Celkové PV
1. týden	5 932 543,56	33 687,50	19 333,25	5 985 564,31
2. týden	5 901 986,82	33 687,50	19 333,25	5 955 008,57
3. týden	5 957 978,73	33 687,50	19 333,25	6 010 999,48
4. týden	5 927 044,71	33 687,50	19 333,25	5 980 065,83
Měsíc	23 719 553,83	134 750	77 333	23 931 636,83

Zdroj: Vlastní výpočty

#### 4.4.2. Odhad nákladů společnosti

Část provozních nákladů ovlivňuje komoditní riziko i měnové riziko. Jedná se o ocelový materiál, jehož podíl činí 30 % na celkovém spotřebovaném materiálu. Očekávaná hodnota spotřebovaného materiálu pro prosinec 2011 činí 6 818 500 Kč. Celkovou spotřebu materiálu je možné matematicky zapsat jako

$$C\tilde{M}_t^{CZK} = \tilde{M}_t^{EUR,CZK} + M_t^{CZK}, \quad (4.9)$$

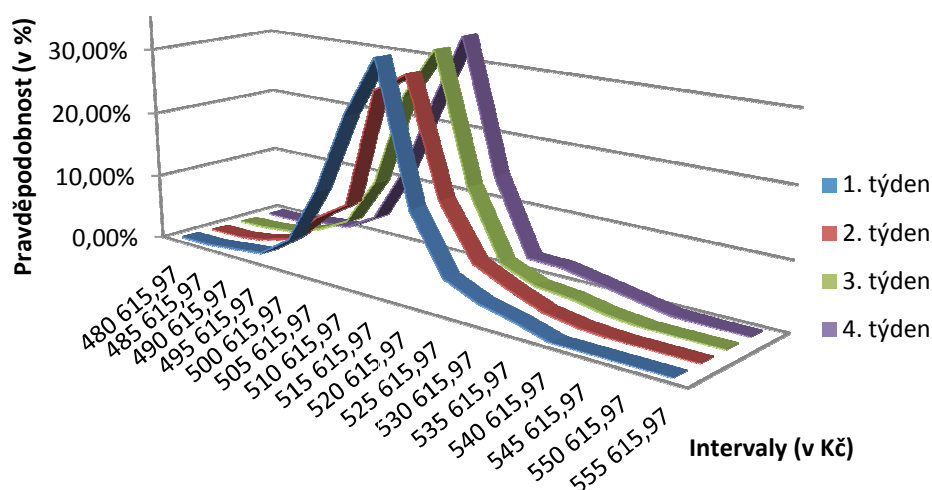
kde  $\tilde{CM}_t^{CZK}$  je celková spotřeba materiálu v čase  $t$  v českých korunách,  $\tilde{M}_t^{EUR,CZK}$  je hodnota spotřebovaného materiálu podléhající měnovému a komoditnímu riziku v čase  $t$  převedená na české koruny a  $M_t^{CZK}$  je hodnota spotřebovaného materiálu nepodléhající těmto rizikům. V Tab. 4.8 je uveden jeden scénář náhodného vývoje spotřeby materiálu pro prosinec 2011, kde celková spotřeba materiálu byla vyčíslena použitím vzorce (4.9). V Grafu 4.11 jsou zobrazeny funkce hustoty spotřeby materiálu podléhající měnovému a komoditnímu riziku pro jednotlivé týdny. Tyto funkce hustoty znázorňují rozdělení pravděpodobnosti nákladů podléhajících měnovému a komoditnímu riziku.

Tab. 4.8 Odhad spotřeby materiálu pro prosinec 2011 (v Kč)

Období	Spotřeba materiálu podléhající rizikům	Ostatní spotřebovaný materiál	Celková spotřeba materiálu
1. týden	510 223,76	1 193 237,50	1 703 461,26
2. týden	501 555,99	1 193 237,50	1 694 793,49
3. týden	527 990,68	1 193 237,50	1 721 228,18
4. týden	512 959,17	1 193 237,50	1 706 196,67
Měsíc	2 052 729,60	4 772 950,00	6 825 679,60

Zdroj: Vlastní výpočty

Graf 4.11 Funkce hustoty spotřeby materiálu podléhající rizikům pro jednotlivé týdny



Zdroj: Vlastní výpočty

Z funkcí hustoty v Grafu 4.11 je patrné, že v prvních dvou týdnech se nejvíce hodnot pohybuje v intervalu (510 615,97; 515 615,97). Výše pravděpodobnosti, která určuje, s jakou pravděpodobností mohou dané scénáře nastat, se pohybuje okolo 30%. V třetí a čtvrtém týdnu se nejvíce hodnot nachází v rozmezí (505 615,97; 510 615,97), a to s pravděpodobností cca 29%.

Dále je možné zjistit hodnotu celkových nákladů z provozní činnosti. Celkové provozní náklady se dají vyjádřit následujícím vztahem

$$C\tilde{N}_t^{CZK} = C\tilde{M}_t^{CZK} + N_t^{OST,CZK} \quad (4.10)$$

kde  $C\tilde{N}_t^{CZK}$  jsou celkové provozní náklady v čase  $t$  v českých korunách a  $N_t^{OST,CZK}$  jsou ostatní nákladové položky nepodléhající měnovému ani komoditnímu riziku v českých korunách. V Tab. 4.9 jsou uvedeny odhadnuté hodnoty nákladových položek a celkových provozních nákladů pro prosinec 2011. Celkové náklady představují součet výkonové spotřeby, dalších provozních nákladů a ostatních provozních nákladů. Výkonová spotřeba zahrnuje spotřebu materiálu a energie a také služby. Ve sloupci další nákladové položky je uveden součet osobních nákladů, nákladů v podobě daní a poplatků, odpisů dlouhodobého hmotného majetku, zůstatkové ceny prodaného dlouhodobého majetku a změny stavu rezerv. Tyto nákladové položky, stejně jako ostatní provozní náklady jsou konstantní.

Tab. 4.9 Odhad celkových provozních nákladů pro prosinec 2011 (v Kč)

Období	Výkonová spotřeba	Další nákladové položky	Ostatní provozní náklady	Celkové provozní náklady
<b>1. týden</b>	4 030 857,01	1 179 437,50	9 041,75	5 219 336
<b>2. týden</b>	4 022 189,24	1 179 437,50	9 041,75	5 210 668
<b>3. týden</b>	4 048 623,93	1 179 437,50	9 041,75	5 237 103
<b>4. týden</b>	4 033 592,42	1 179 437,50	9 041,75	5 222 072
<b>Měsíc</b>	16 135 262,60	4 717 750	36 167	20 889 180

Zdroj: Vlastní výpočty

#### 4.4.3. Odhad výsledku hospodaření

Výsledek hospodaření z provozní činnosti zjistíme jako rozdíl mezi provozními výnosy a provozními náklady

$$VHP\check{C}_t^{CZK} = C\tilde{V}_t^{CZK} - C\tilde{N}_t^{CZK}. \quad (4.11)$$

Pro účely sestavení výkazu cash flow je třeba zjistit také hodnotu účetního výsledku hospodaření za běžnou činnost dle vztahu

$$\dot{U}VH_t^{CZK} = VHP\check{C}_t^{CZK} + VHF\check{C}_t^{CZK}, \quad (4.12)$$

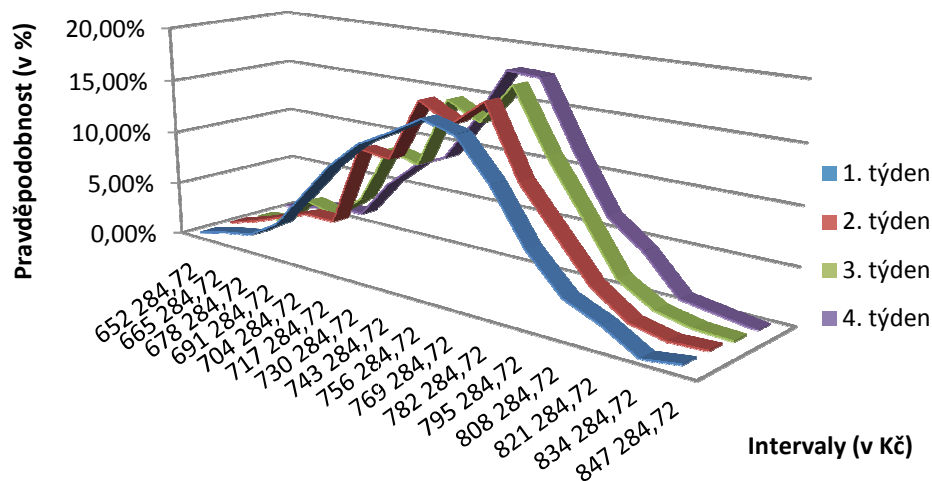
kde  $\dot{U}VH_t^{CZK}$  je účetní výsledek hospodaření za běžnou činnost a  $VHF\check{C}_t^{CZK}$  je finanční výsledek hospodaření, který se vyčíslí jako rozdíl mezi výnosy z finanční činnosti a náklady na finanční činnost společnosti. Jeden ze scénářů náhodného vývoje výsledků hospodaření je uveden v Tab. 4.10. V Grafu 4.12 je uvedeno rozdělení pravděpodobnosti provozního výsledku hospodaření společnosti za jednotlivé týdny měsíce prosince.

Tab. 4.10 Odhad výsledků hospodaření pro prosinec 2011 (v Kč)

Období	Provozní VH	Finanční VH	Účetní VH
1. týden	766 228,05	-48 229,25	717 998,80
2. týden	744 339,09	-48 229,25	696 109,84
3. týden	773 869,30	-48 229,25	725 667,05
4. týden	757 993,78	-48 229,25	709 764,53
Měsíc	3 042 457,23	-192 917	2 849 540,23

Zdroj: Vlastní výpočty

Graf 4.12 Funkce hustoty provozního výsledku hospodaření pro jednotlivé týdny



Zdroj: Vlastní výpočty

Z funkcí hustoty provozního VH lze vypočítat, že v prvním týdnu se nejvíce hodnot výsledku hospodaření pohybovala v intervalu (743 284,72; 756 284,72). V následujícím týdnu a ve čtvrtém týdnu se výše VH pohybovala zejména v intervalu (730 284,72; 743 284,72). Pro třetí týden se jedná o předcházející interval (717 284,72; 730 284,72). Výsledek hospodaření

z provozní činnosti se v těchto intervalech nachází s pravděpodobností od 15,36% v prvním týdnu, po nejvyšší pravděpodobnost 17,70% v týdnu třetím.

#### 4.4.4. Odhad cash flow z provozní činnosti

V rámci výkazu cash flow je v práci počítáno s třemi položkami, které jsou vystaveny rizikovým faktorům v podobě měnového kurzu eura a ceny oceli. Jedná se o položky změna stavu pohledávek, změna stavu závazků a změna stavu zásob. První položka změna stavu pohledávek podléhá pouze měnovému riziku. Položky změna stavu závazků, je vystavena jak měnovému riziku, tak komoditnímu riziku. Společnost předpokládá, že 70 % pohledávek a závazků musí čelit měnovému riziku, zbylých 30 % pohledávek a závazků je v českých korunách a měnovému riziku tedy nepodléhá. Pro položku změna stavu zásob byl stanoven podíl 15 % zásob, které jsou vystaveny měnovému a komoditnímu riziku.

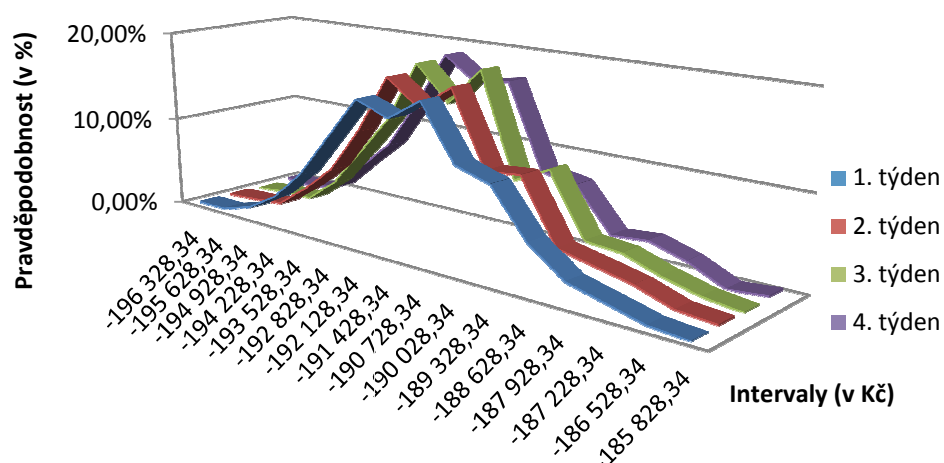
V Tab. 4.11 je zachycen jeden ze scénářů náhodného vývoje položky změna stavu pohledávek. Sečtením změny pohledávek vystavených měnovému riziku a změny ostatních pohledávek získáme položku celková změna stavu pohledávek. Ostatní pohledávky představují změnu pohledávek v konstantní výši -82 131,3 Kč. V Grafu 4.13 je zobrazen vývoj funkcí hustoty změny pohledávek podléhajících měnovému riziku pro jednotlivé týdny.

Tab. 4.11 Odhad položky změna stavu pohledávek pro prosinec 2011 (v Kč)

Období	Změna pohledávek podléhajících riziku	Změna ostatních pohledávky	Celková změna stavu pohledávek
<b>1. týden</b>	-192 475,77	-82 131,25	-274 607,02
<b>2. týden</b>	-191 101,16	-82 131,25	-273 232,41
<b>3. týden</b>	-193 619,99	-82 131,25	-275 751,24
<b>4. týden</b>	-192 228,40	-82 131,25	-274 359,65
<b>Měsíc</b>	-769 425,33	-328 525	-1 097 950,33

Zdroj: Vlastní výpočty

Graf 4.13 Funkce hustoty změny pohledávek podléhajících měnovému riziku pro prosinec



Zdroj: Vlastní výpočty

Z Grafu 4.13 je patrné, že nejvíce hodnot změny pohledávek podléhajících měnovému riziku se pohybuje v intervalu  $(-191\,428,34; -190\,728,34)$ , a to platí pro všechny týdny. Podobný tvar má především distribuční funkce pro druhý a čtvrtý týden.

V Tab. 4.12 jsou uvedeny výsledky jednoho scénáře náhodného vývoje položky změna stavu závazků. Celková změna závazků je zjištěna jako součet změny závazků podléhajících měnovému a komoditnímu riziku a změny ostatních závazků, které se nemění a jejichž hodnota činí -168 681,3 Kč. V Grafu 4.14 jsou zobrazeny funkce hustoty změny závazků vystavených měnovému a komoditnímu riziku pro jednotlivé týdny v měsíci prosinci 2011. V Grafu 4.15 je pro znázornění zachycen vývoj funkce hustoty změny závazků podléhajících pouze měnovému riziku.

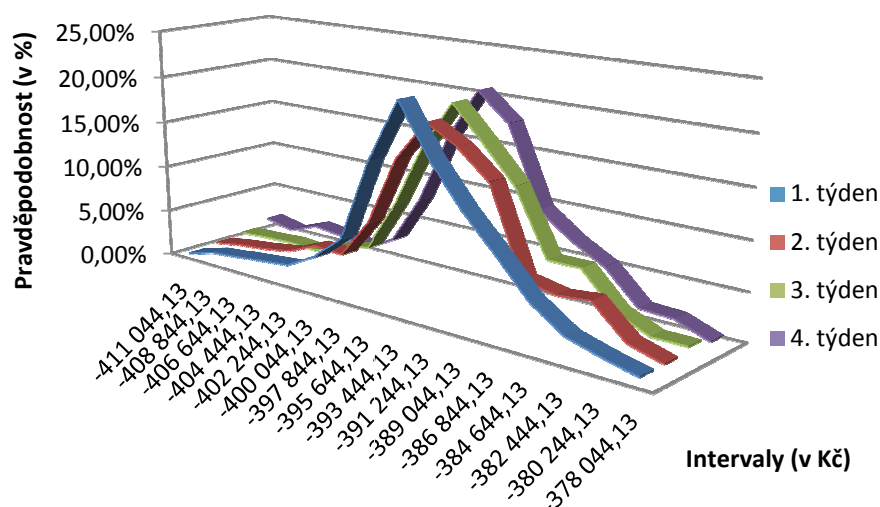
Tab. 4.12 Odhad položky změna stavu závazků pro prosinec 2011 (v Kč)

Období	Změna závazků podléhajících rizikům	Změna ostatních závazků	Celková změna stavu závazků
1. týden	-392 693,29	-168 681,25	-561 374,54
2. týden	-396 022,14	-168 681,25	-554 703,39
3. týden	-406 367,59	-168 681,25	-575 048,84
4. týden	-394 798,61	-168 681,25	-563 479,85
Měsíc	-1 579 881,61	-674 725	-2 254 606,61

Zdroj: Vlastní výpočty

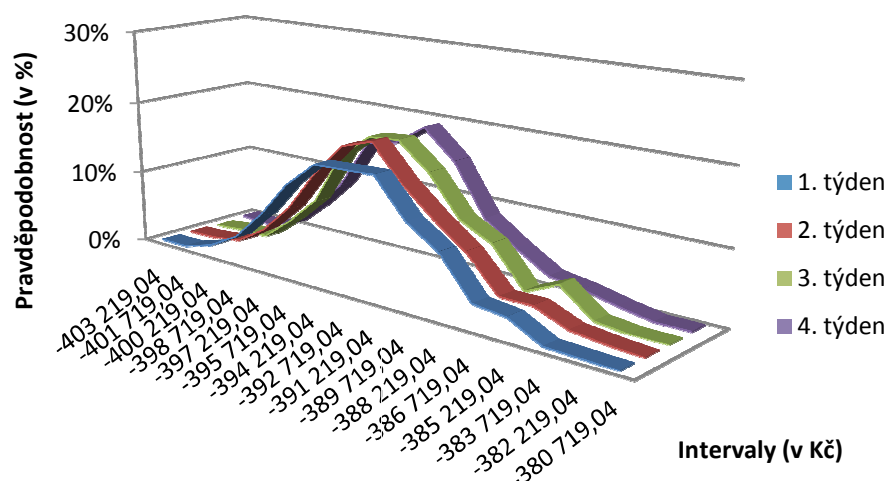


Graf 4.14 Funkce hustoty změny závazků podléhajících měnovému i komoditnímu riziku



Zdroj: Vlastní výpočty

Graf 4.15 Funkce hustoty změny závazků podléhajících pouze měnovému riziku



Zdroj: Vlastní výpočty

Z Grafu 4.14 je zřejmé, že v prvních dvou týdnech se nejvíce hodnot závazků podléhajících oběma rizikům pohybuje v intervalu  $(-395\,644,13; -393\,444,13)$ . V dalších dvou týdnech se hodnoty nacházejí především v intervalu  $(-393\,44,13; -391\,244,13)$ .

Pro funkci hustoty změny závazků podléhajících měnovému riziku prvního až čtvrtého týdne platí, že nejvíce hodnot se vyskytuje v intervalu  $(-293\,719,04; -391\,219,04)$ . Funkce hustoty pro první dva týdny mají velmi podobný vývoj.

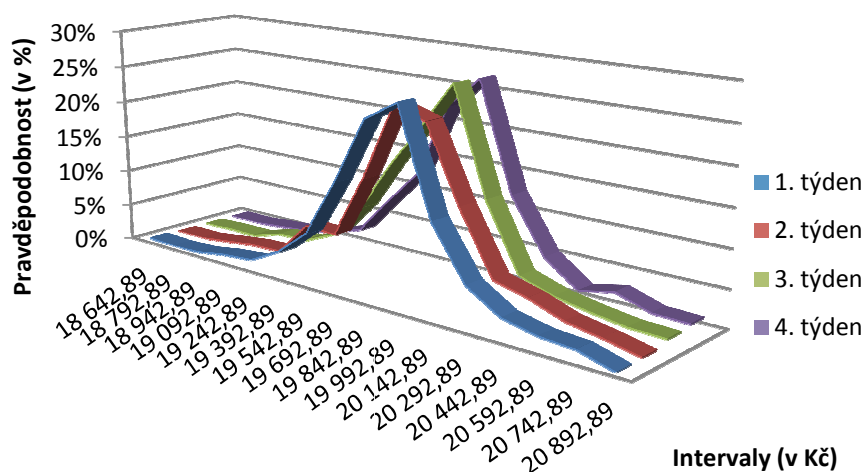
Obsahem Tab. 4.13 jsou odhadnuté hodnoty položky změna stavu zásob pro jednotlivé týdny i pro celý měsíc. Níže uvedený Graf 4.16 zachycuje funkce hustoty popisující rozdělení pravděpodobnosti změny zásob podléhajících měnovému a komoditnímu riziku.

Tab. 4.13 Odhad položky změna stavu zásob (v Kč)

Období	Změna zásob podléhajících riziku	Změna ostatních zásob	Celková změna stavu zásob
1. týden	19 791,37	112 412,50	132 203,87
2. týden	19 455,15	112 412,50	131 867,65
3. týden	20 480,54	112 412,50	132 893,04
4. týden	19 897,47	112 412,50	132 309,97
Měsíc	79 624,53	449 650	529 274,53

Zdroj: Vlastní výpočty

Graf 4.16 Funkce hustoty změny zásob podléhajících měnovému i komoditnímu riziku



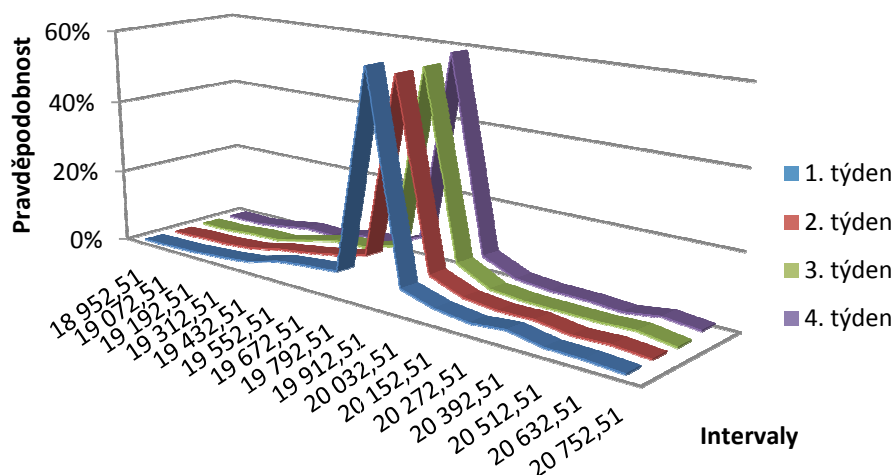
Zdroj: Vlastní výpočty

Z Grafu 4.16 je možné vidět, že vývoj funkcí hustoty pro dané týdny je velmi podobný. V prvním týdnu se nejvíce hodnot vyskytuje v intervalu (19 842,89; 19 992,89), a to s pravděpodobností 26,04%. Pro ostatní týdny platí, že nejvíce hodnot se nachází v rozmezí (19 692,89; 19 842,89) s pravděpodobností okolo 24 až 25%.

Jelikož je položka změna stavu zásob vystavena působení jak měnového tak komoditního rizika, jsou níže pro srovnání uvedeny grafy zachycující funkce hustoty zásob podléhajících samotnému komoditnímu a samotnému měnovému riziku.

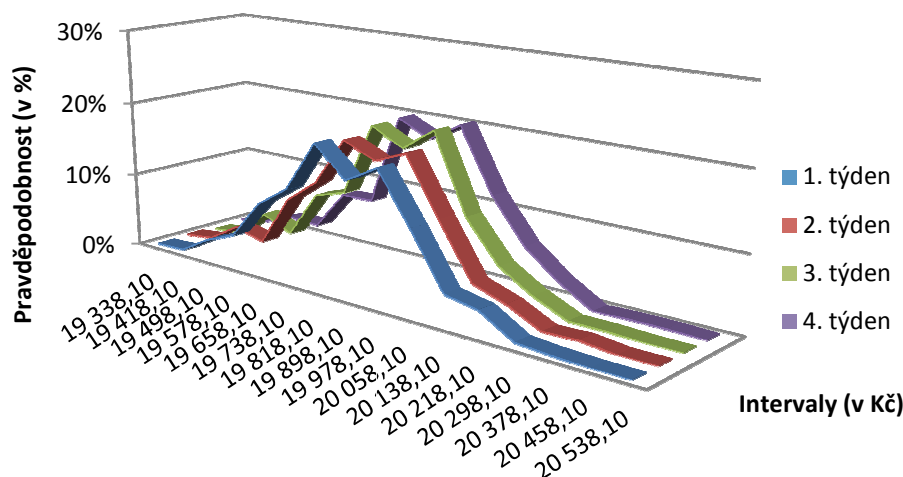
Při srovnání Grafu 4.17 a 4.18 je na první pohled zřejmé, že funkce hustoty změny zásob podléhajících pouze komoditnímu riziku je charakteristická výraznější špičatostí. Lze zde vidět, že komoditní riziko má v Grafu 4.16 vliv na vyšší špičatost.

Graf 4.17 Funkce hustoty změny zásob podléhajících pouze komoditnímu riziku



Zdroj: Vlastní výpočty

Graf 4.18 Funkce hustoty změny zásob podléhajících pouze měnovému riziku



Zdroj: Vlastní výpočty

Po odhadu vývoje jednotlivých položek výkazu cash flow, které jsou ovlivněny měnovým a komoditním rizikem, je možné vyčíslit výši cash flow z provozní činnosti. Cash flow z provozní činnosti před zdaněním lze matematicky zapsat jako

$$CFP_t^{CZK} = ÚVH_t^{CZK} + Úpravy_t^{CZK} + ZSPK_t^{CZK}, \quad (4.13)$$

kde  $CFP_t^{CZK}$  je cash flow z provozní činnosti před zdaněním,  $Úpravy_t^{CZK}$  jsou úpravy o nepeněžní operace (zahrnující odpisy stálých aktiv, změna stavu opravných položek a rezerv, zisk z prodeje stálých aktiv, výnosy z dividend a podílů, vyúčtované nákladové úroky) a  $ZSPK_t^{CZK}$  je změna stavu pracovního kapitálu. Změna pracovního kapitálu v sobě zahrnuje položky změna stavu pohledávek, změna stavu závazků, změna stavu zásob a změna stavu krátkodobého finančního majetku. Čistý peněžní tok z provozní činnosti se pak zjistí jako cash flow z provozní činnosti před zdaněním upravený o další položky

$$CFzPČ_t^{CZK} = CFP_t^{CZK} + Púroky_t^{CZK} - Vúroky_t^{CZK} - daň_t^{CZK} + PaVMVH_t^{CZK}, \quad (4.14)$$

kde  $CFzPČ_t^{CZK}$  je čistý cash flow z provozní činnosti,  $Púroky_t^{CZK}$  jsou přijaté úroky,  $Vúroky_t^{CZK}$  jsou vyplacené úroky,  $daň_t^{CZK}$  je zaplacená daň z příjmu a běžnou činnost a  $PaVMVH_t^{CZK}$  jsou příjmy a výdaje spojené s mimořádným VH. Odhad cash flow z provozní činnosti je uveden v Tab. 4.14.

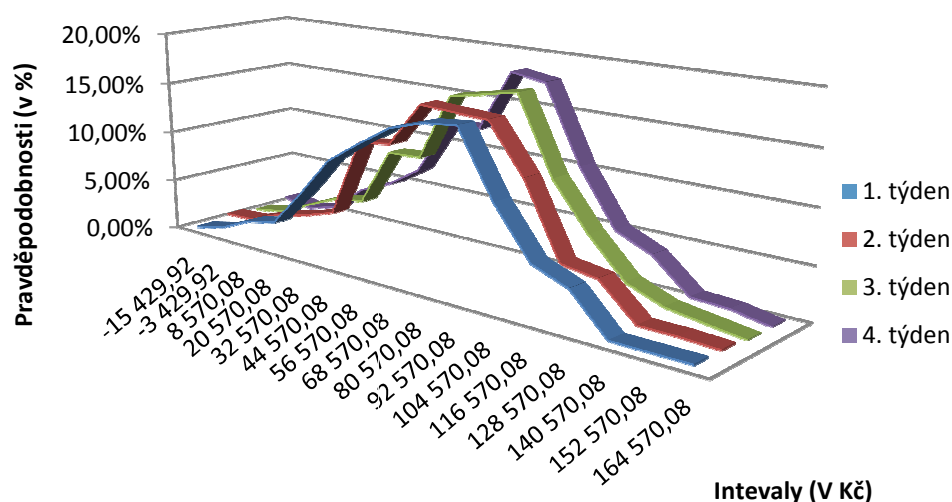
Tab. 4.14 Odhad cash flow z provozní činnosti (v Kč)

Položky	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden	Měsíc
Účetní VH	717 999	696 109	725 667	709 765	2 849 540
Úpravy	66 729,25	66 729,25	66 729,25	66 729,25	266 917
PT po úpravách	784 728	762 839	792 396	776 494	3 116 457
ZS pohledávek	-274 607	-273 232	-275 751	-274 360	-1 106 102
ZS závazků	-561 375	-554 703	-575 049	-563 480	-2 254 607
ZS zásob	132 204	131 868	132 893	132 310	530 043
CF před daní	80 950	66 771	74 489	70 964	293 174,81
Čistý CF z PČ	89 325	75 146	82 864	79 339	326 674,81

Zdroj: Vlastní výpočty

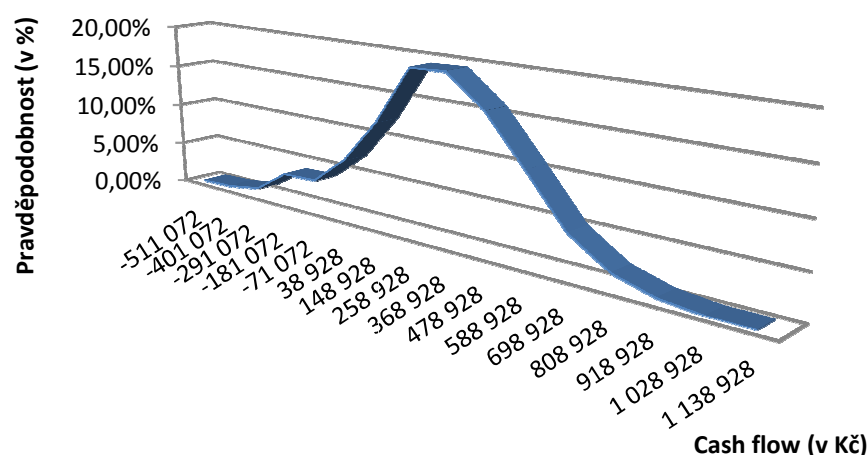
V Grafu 4.19 jsou zobrazeny funkce hustoty cash flow z provozní činnosti pro jednotlivé týdny prosince 2011. V prvním týdnu se nejvíce hodnot vyskytuje v intervalu (66 128,29; 68 228,29). V druhém, třetím a čtvrtém týdnu se nejvíce hodnot pohybuje v intervalu (70 328,29; 72 428,29). V Grafu 4.20 je zachycen vývoj funkce hustoty cash flow z provozní činnosti pro měsíc prosinec. Můžeme zde konstatovat, že s největší pravděpodobností 19,03 % se výše čistého cash flow z provozní činnosti v měsíci prosinci 2011 bude pohybovat v rozmezí od 273 532,34 Kč do 278 532,34 Kč. Pro srovnání lze uvést hodnotu očekávaného cash flow z provozní činnosti dle společnosti, jehož výše činí 278 250 Kč.

Graf 4.19 Funkce hustoty cash flow z provozní činnosti



Zdroj: Vlastní výpočty

Graf 4.20 Funkce hustoty cash flow z provozní činnosti pro měsíc prosinec



Zdroj: Vlastní výpočty

#### 4.4.5. Výpočet SaR a CFaR

Následně, když známe vývoj náhodných peněžních toků, je možné provést výpočet hodnoty CFaR, a to samotnou filtrovanou historickou simulací a také dle Cornish-Fisherovy aproximace. Pro tržby byla také zjištěna hodnota Sales at Risk neboli SaR. Výpočet SaR a CFaR je proveden na hladině významnosti 1 % a 5 %.

Hodnota Cash flow at Risk na bázi filtrované historické simulace byla vypočtena pomocí funkce PERCENTIL v Excelu dle vzorce (2.11), který je však upraven do podoby pro výpočet CFaR

$$CFaR = -PERCENTIL(simulované CF; \alpha). \quad (4.15)$$

Hodnota CFaR, při aplikaci výpočtu dle Cornish-Fisherovy aproximace, byla stanovena dle vzorce (2.17), přičemž hodnota  $\tilde{x}_\alpha$  byla vypočtena pomocí vzorce (2.16). Stejným způsobem byla vyčíslena i hodnota SaR. Výsledné hodnoty SaR a také CFaR pro oba rizikové faktory na daných hladinách významnosti jsou uvedeny v níže uvedených tabulkách.

Výsledné hodnoty SaR představující minimální hodnotu tržeb v prosinci 2011 na hladině významnosti 1 % a 5 % jsou uvedeny v Tab. 4.15.

Tab. 4.15 Výsledné hodnoty SaR (v Kč)

Sales at Risk	Hladina významnosti 1 %	Hladina významnosti 5 %
SaR na bázi FHS	-16 258 542,45	-16 469 067,96
SaR na bázi C-F aproximace	-16 261 539,80	-16 508 376,80

Zdroj: Vlastní výpočty

Na základě výsledků uvedených v Tab. 4.15 lze konstatovat, že s pravděpodobností 99% nebudou tržby v měsíci prosinci roku 2011 nižší než 16 258 542,45 Kč v případě kdy je hodnota zjištěna na bázi FHS. Při výpočtu SaR dle Cornish-Fisherovy aproximace, je možné říci, že s toutéž pravděpodobností tržby neklesnou pod hodnotu 16 261 539,80 Kč. S pravděpodobností 95 % výše tržeb v prosinci 2011 nebude nižší než 16 469 067,96 Kč (při výpočtu pomocí FHS) a při využití Cornish-Fisherovy aproximace tržby neklesnou pod částku 16 508 376,80 Kč. Pro srovnání lze uvést také hodnotu tržeb plánovanou společností pro prosinec 2011, jenž činí 17 040 100 Kč.

Obsahem Tab. 4.16 jsou hodnoty CFaR, které vyjadřují nejmenší hodnotu cash flow z provozní činnosti na stanovených hladinách významnosti.

Tab. 4.16 Výsledné hodnoty CFaR pro cash flow z provozní činnosti (v Kč)

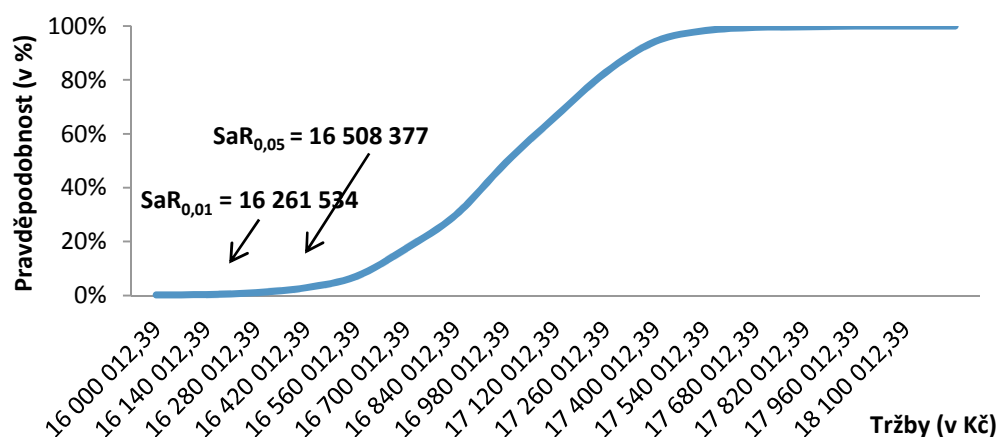
Cash Flow at Risk	Hladina významnosti 1 %	Hladina významnosti 5 %
CFaR na bázi FHS	338 167,93	186 202,49
CFaR na bázi C-F aproximace	347 693,58	151 114,80

Zdroj: Vlastní výpočty

Dle výsledků CFaR v Tab. 4.16 lze říci, že s pravděpodobností 99 % nebude hodnota cash flow z provozní činnosti menší než -338 167,93 Kč (při výpočtu dle FHS), nebo neklesne pod částku -347 693,58 Kč (při výpočtu dle Cornish-Fisherovy aproximace). Obdobně je možné interpretovat výsledné hodnoty CFaR na hladině významnosti 5 %, kdy platí, že

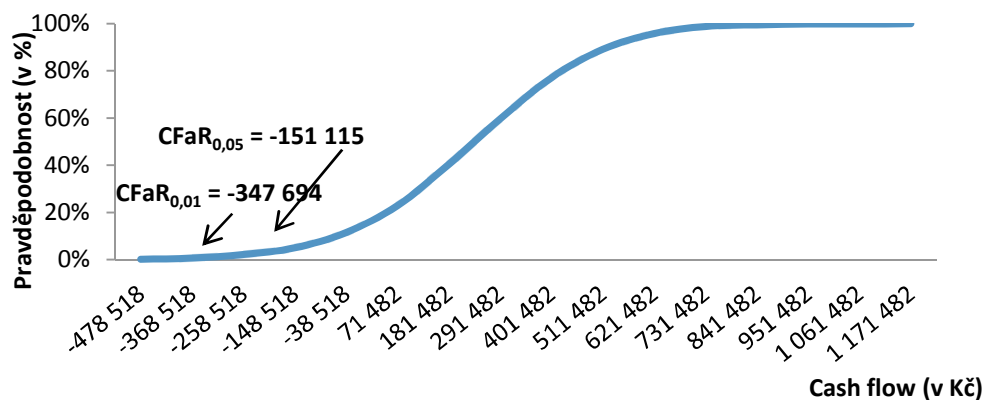
s pravděpodobností 95 % nebude cash flow z provozní činnosti nižší než -186 202,49 Kč, popřípadě neklesne pod hodnotu -151 114,80 Kč při výpočtu CFaR na bázi Cornish-Fisherovy aproximace. V Grafu 4.21 je uvedena distribuční funkce tržeb, v Grafu 4.22 je pak zobrazena distribuční funkce cash flow z provozní činnosti.

Graf 4.21 Distribuční funkce tržeb podléhajících měnovému riziku za prosinec 2011



Zdroj: Vlastní výpočty

Graf 4.22 Distribuční funkce cash flow z provozní činnosti za prosinec 2011



Zdroj: Vlastní výpočty

#### 4.4.6. Ekonomický kapitál

Ekonomický kapitál lze charakterizovat jako rozdíl mezi zjištěnou hodnotou VaR na hladině významnosti alfa a střední hodnotou ztráty. Matematicky je tento vztah možné zapsat jako

$$EK_{\alpha} = VaR_{\alpha} - SHZ, \quad (4.16)$$

kde je  $EK_{\alpha}$  ekonomický kapitál na hladině významnosti alfa,  $VaR_{\alpha}$  je hodnota Value at Risk na hladině významnosti alfa a  $SHZ$  je střední hodnota ztráty. Ekonomický kapitál představuje kapitál, který daná společnost potřebuje k pokrytí neočekávaných ztrát.

V následujících tabulkách je uvedena výše střední hodnoty a ekonomického kapitálu pro tržby a pro peněžní toky z provozní činnosti. Pro výpočty ekonomického kapitálu se vychází z hodnot SaR a CFaR zjištěných dle Cornish-Fisherovy aproximace.

Tab. 4.17 Ekonomický kapitál pro tržby (v Kč)

	Hladina významnosti 1 %	Hladina významnosti 5 %
SaR na bázi C-F aproximace	16 261 539,80	16 508 376,80
Střední hodnota	16 973 629,06	16 973 629,06
<b>Ekonomický kapitál</b>	<b>-712 089,26</b>	<b>-465 252,26</b>

Zdroj: Vlastní výpočty

Z Tab. 4.17 lze vyčíst, že hodnota ekonomického kapitálu na hladině významnosti 1 % vyšla ve výši 712 089,26 Kč. Společnost Prestar, s.r.o. by tedy měla držet kapitál ve výši 712 089,26 Kč pro pokrytí neočekávané ztráty. Při výpočtech na hladině významnosti 5 % by společnost měla držet kapitál ve výši 465 252,26 Kč, aby byla schopna pokrýt neočekávanou ztrátu.

Tab. 4.18 Ekonomický kapitál pro cash flow (v Kč)

	Hladina významnosti 1 %	Hladina významnosti 5 %
CFaR na bázi C-F aproximace	-347 693,58	-151 114,80
Střední hodnota	221 533,44	221 533,44
<b>Ekonomický kapitál</b>	<b>-569 227,02</b>	<b>-372 648,24</b>

Zdroj: Vlastní výpočty

Hodnota CFaR na hladině významnosti 1 % činí -347 693,58 Kč, po odečtení střední hodnoty peněžních toků, z nichž byla zjištěna hodnota CFaR, vychází ekonomický kapitál ve výši 569 227,02 Kč. Společnost by tedy měla držet kapitál v této výši pro pokrytí neočekávané ztráty. Obdobně je možné interpretovat výši ekonomického kapitálu na hladině významnosti 5 %.



#### 4.4.7. Expected Tail Loss

Abychom zjistili ztráty, které mohou vzniknout pro překročení hodnoty VaR (CFaR, SaR), je možné vypočítat Expected Tail Loss. Pro výpočet Expected Tail Loss byly použity vzorce pro výpočet ETL dle Cornish-Fisherovy aproximace. Nejprve byla dle vzorce (2.53) vyčíslena hodnota  $\varphi(z)$ . Tato hodnota byla dosazena do vzorce (5.55) a pro zjištění výsledného ETL byl aplikován vzorec (2.54) V Tab. 4.19 jsou uvedeny výsledky ETL pro tržby za prodej vlastních výrobků a služeb a pro cash flow z provozní činnosti na hladině významnosti 1 % a 5 %.

Tab. 4.19 Expected Tail Loss pro tržby a cash flow z provozní činnosti (v Kč)

Expected Tail Loss	Hladina významnosti 1 %	Hladina významnosti 5 %
<b>ETL Tržby</b>	-15 704 726,09	-16 306 118,55
SaR na bázi C-F aproximace	-16 261 539,80	-16 508 376,80
<b>ETL CF z PČ</b>	382 364,52	252 469,07
CFaR na bázi FHS	338 167,93	186 202,49

Zdroj: Vlastní výpočty

Hodnoty ETL uvedené v Tab. 4.19 tedy informují o průměrné predikované ztrátě za VaR. Tyto hodnoty je možné srovnat s výslednými hodnotami SaR a CFaR uvedenými v Tab. 4.15 a Tab. 4.16. Dle výsledných hodnot ETL je možné říci, že s 99 % pravděpodobností neklesnout tržby pod hodnotu 15 704 726,09 Kč. S pravděpodobností 95 % nebudou tržby nižší než 16 306 118,55 Kč. U peněžních toků se společnost může dostat až do ztrátových hodnot. S pravděpodobností 99 % nebudou peněžní toky z provozní činnosti společnosti nižší než -382 364,52 Kč, s 95 % pak neklesnou pod částku -252 469,07 Kč. Jak pro tržby za prodej vlastních výrobků a služeb, tak pro cash – flow z provozní činnosti platí, že hodnoty ETL jsou nižší než výsledné hodnoty SaR a CFaR.

#### 4.4.8. Marginální VaR

Položky spotřeba materiálu, změna stavu zásob a změna stavu závazků ovlivňuje jak měnové, tak komoditní riziko. Z tohoto důvodu je možné vyjádřit vliv měnového kurzu a ceny oceli na dané položky.

Způsobem, jak rozdělit hodnotu celkového VaR (popřípadě CFaR), je rozložit VaR na marginální VaR. Marginální VaR nám umožňuje přiřadit část celkového rizika jednotlivým rizikovým složkám, konkrétně měnovému kurzu eura a ceně oceli.

Nejprve je třeba spočítat celkový výnos tak, že se o malé procento  $h$  zvýší výnos jednoho rizikového faktoru a ostatní rizikové faktory se ponechají stejné. Sensitivity increment  $h$  neboli přírůstek, o který se zvýší výnos rizikového faktoru, je stanoven ve výši 0,1%. Následně je proveden výpočet celkového výnosu pro první a druhý rizikový faktor po změně dle vzorce (2.47).

Pro další výpočty je nutné vypočítat ještě celkový původní VaR, tedy VaR před změnou dle funkce PERCENTIL. Dále se vypočítá hodnota celkového VaR po změně pro všechny rizikové faktory také dle funkce PERCENTIL v Excelu. Hodnota marginálního VaR se pak stanoví jako celkový VaR po změně, od kterého se odečte VaR původní před změnou a tato zjištěná hodnota se vydělí malou změnou  $h$ . Výsledné hodnoty marginálního VaR pro položky změna stavu zásob a spotřeba materiálu jsou uvedeny v Tab. 4.20 a Tab. 4.21. Hodnoty marginálního VaR pro změnu stavu závazků jsou uvedeny v Tab. 4.22. Je nutné podotknout, že se jedná o marginální VaR pro jednotlivé položky, který vyjadřuje jak např. změnu materiálu ovlivňuje měnové a komoditní riziko v podobě rizikových faktorů měnového kurzu a ceny oceli.

Tab. 4.20 Marginální VaR – změna stavu zásob (v %)

<b>Marginální VaR</b>	<b>Kurz eura</b>	<b>Cena oceli</b>	<b>Součet</b>
Marginální VaR 1 %	50,90 %	49,10 %	100 %
Marginální VaR 5 %	51,02 %	48,98 %	100 %

Zdroj: Vlastní výpočty

Tab. 4.21 Marginální VaR – spotřeba materiálu (v %)

<b>Marginální VaR</b>	<b>Kurz eura</b>	<b>Cena oceli</b>	<b>Součet</b>
Marginální VaR 1 %	50,30 %	49,70 %	100 %
Marginální VaR 5 %	50,26 %	49,47 %	100 %

Zdroj: Vlastní výpočty

Tab. 4.22 Marginální VaR – změna stavu závazků (v %)

<b>Marginální VaR</b>	<b>Kurz eura</b>	<b>Cena oceli</b>	<b>Součet</b>
Marginální VaR 1 %	49,93 %	50,07 %	100 %
Marginální VaR 5 %	48,69 %	51,31 %	100 %

Zdroj: Vlastní výpočty

Z výsledků uvedených v tabulkách je zřejmé, že na spotřebu materiálu i na změnu zásob má o něco málo výraznější vliv rizikový faktor v podobě měnového kurzu, a to ve výši přes 50 %. Zbylých cca 49 % připadá na rizikový faktor cena oceli. Opačně je tomu u změny stavu závazků, kde více působí rizikový faktor cena oceli, kdy na hladině významnosti 1 % činí podíl tohoto faktoru 50,07 %. Zbylých 49,93 % připadá na rizikový faktor měnového kurzu eura. Při výpočtu na hladině významnosti 5 % ovlivňuje cena oceli změnu stavu závazků z 51,31 % a měnový kurz eura ze 48,69 %.

## 5. Závěr

Cílem diplomové práce byla kvantifikace měnového a komoditního rizika ve vybraném podniku aplikací metodologie CorporateMetrics. V práci bylo stanoveno riziko změny peněžních toků společnosti, a to pomocí ukazatele Cash Flow at Risk, a také riziko změna tržeb dle ukazatele Sales at Risk. Pro odhad rizik byla použita metoda filtrované historické simulace a Cornish-Fisherova aproximace a dále byl také vypočten ukazatel Expected Tail Loss.

Práce byla rozčleněna do pěti kapitol, přičemž první z nich je kapitola úvodní a pátá kapitole je závěrečná. Druhá kapitola byla věnována charakteristice metodologie CorporateMetrics. Dále v ní byly uvedeny jednotlivé druhy finančních rizik, metody výpočtu Value at Risk a v závěru kapitoly bylo vysvětleno modelování volatility.

Obsahem třetí kapitoly bylo představení vybrané společnosti Prestar, s.r.o. a popis podnikových rizik, která mají vliv na hospodaření podniku a jeho peněžní toky. Část kapitoly byla ponechána pro zhodnocení vývoj finančních toků společnosti v minulých letech a pro uvedení plánovaných výkazy společnosti na měsíc prosinec roku 2011.

Čtvrtá kapitola zahrnuje výpočty hodnoty Cash Flow at Risk, Sales at Risk, Expected Tail Loss a stanovení vlivu měnového a komoditního rizika na peněžní toky společnosti. V počáteční části kapitoly byla zaměřena pozornost na charakteristiku daných rizikových faktorů podniku, se kterými bude počítáno a také na modelování volatility. Dále se nachází podkapitola s výpočty SaR a CFaR na hladině významnosti 1 % a 5 % pro prosinec 2011 zahrnující také odhad provozních výnosů a nákladů, výsledku hospodaření a cash flow z provozní činnosti. Kromě samotného výpočtu SaR a CFaR zde také byly uvedeny výsledné hodnoty Expected Tail Loss a výpočty marginálního VaR.

Z výsledných hodnot Sales at Risk uvedených v kapitole čtyři, lze konstatovat, že s pravděpodobností 99 % nebudou tržby společnosti v měsíci prosinci 2011 nižší než 16 258 542,45 Kč, v případě výpočtu dle filtrované historické simulace. Při aplikaci Cornish-Fisherovy aproximace, je možné říci, že s toutéž pravděpodobností tržby neklesnou pod částku 16 261 539,80 Kč. S pravděpodobností 95 % výše tržeb za prosinec 2011 nebude nižší než 16 469 067,96 Kč (při výpočtu na bázi FHS), popřípadě nebude nižší než hodnota 16 508 376,80 Kč (při výpočtu dle Cornish-Fisherovy aproximace).

Na základě zjištěných hodnot Cash flow at Risk se dá říci, že s pravděpodobností 99 % nebude hodnota peněžních toků z provozní činnosti menší než -338 167,93 Kč (při výpočtu dle FHS), nebo neklesne pod částku -347 693,58 Kč (při výpočtu dle Cornish-Fisherovy

aproximace). Obdobným způsobem lze okomentovat i výsledné hodnoty CFaR na hladině významnosti 5 %. S pravděpodobností 95 % nebudou peněžní toky z provozní činnosti nižší než -186 202,49 Kč, popřípadě neklesnou pod hodnotu -151 114,80 Kč při výpočtu CFaR na bázi Cornish-Fisherovy aproximace. Vlivem měnového a komoditního rizika mohou peněžní toky z provozní činnosti společnosti v prosinci 2011 klesnout až na tyto hodnoty.

Součástí čtvrté kapitoly byl také výpočet ukazatele Expected Tail Loss, a to jak pro tržby za prodej vlastních výrobků a služeb, tak pro cash flow z provozní činnosti. Hodnota ETL pro tržby na hladině významnosti 1 % činí 15 704 726,09 Kč, a na hladině významnosti 5% pak ETL činí 16 306 118,55 Kč. Průměrná predikovaná ztráta za hodnotou VaR pro cash flow z provozní činnosti na hladině významnosti 1 % činí 382 364,52 Kč, na hladině významnosti 5 % vyšel ukazatel ETL ve výši 252 469,07 Kč.

Jako rozdíl mezi hodnotou VaR a střední hodnotou ztráty byla vyčíslena výše ekonomického kapitálu. Společnost Prestar, s.r.o. by s pravděpodobností 99 % měla držet kapitál ve výši 712 089,26 Kč pro pokrytí neočekávané ztráty. Pro peněžní toky na hladině významnosti 1 % vyšel ekonomický kapitál ve výši 569 227,02 Kč. Společnost by tedy měla držet kapitál v této výši pro pokrytí neočekávané ztráty.

Na konci čtvrté kapitola byl zjišťován marginální VaR pro spotřebu materiálu, změnu stavu zásob a změnu stavu závazků. Na položky změna spotřeby materiálu a změna zásob má mírně výraznější vliv rizikový faktor v podobě měnového kurzu, a to ve výši 50,9 % a 50,3 % (s pravděpodobností 99 %). Opačně je tomu u změny stavu závazků, kde více působí rizikový faktor cena oceli, kdy na hladině významnosti 1 % činí podíl tohoto faktoru 50,07 %. Zbylých 49,93 % připadá na rizikový faktor měnového kurzu eura. Při výpočtu na hladině významnosti 5 % ovlivňuje cena oceli změnu stavu závazků z 51,31 % a měnový kurz eura ze 48,69 %.

Vedení společnosti Prestar, s.r.o. by neměla opomíjet existenci zjištěných rizik a jejich vlivu na tržby a především na peněžní toky a zohlednit působení daných rizikových faktorů při tvorbě finančních plánů podniku.

## Seznam použité literatury

### Odborná literatura

- [1] ALEXANDER, Carol. *Market Risk Analysis Volume IV: Value at Risk Models*. 1st ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2008. 449 s. ISBN 978-470-99788-8.
- [2] AMBROŽ, Luděk. *Měření rizika ve financích*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2011. 232 s. ISBN 978-80-86929-76-7.
- [3] ARTL, Josef a Markéta ARTLOVÁ. *Ekonomické časové řady*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2007. 288 s. ISBN 978-80-247-1319-9.
- [4] ARTL, Josef a Markéta ARTLOVÁ. *Finanční časové řady*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2003. 220 s. ISBN 80-247-0330-0.
- [5] CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2008. 538 s. ISBN 978-80-86929-4.
- [6] DEVENTER, Donald R, Kenji IMAI a Mark MESLER. *Advanced financial risk management: Tools and Techniques for Integrated Credit Risk and Interest Rate Risk Management*. 1st ed. Singapore: John Wiley & Sons, 2005. 675 s. ISBN 978-0-470-82126-8.
- [7] HNILICA, Jiří a Jiří FOTR. *Aplikovaná analýza rizika ve finančním managementu a investičním rozhodování*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2009. 264 s. ISBN 978-80-247-2560-4.
- [8] JÍLEK, Josef. *Finanční rizika*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2000. 640 s. ISBN 80-7169-579-3.
- [9] JORION, Philippe. *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill Companies, 2007. 602 s. ISBN 0-07-146495-6.
- [10] SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 3. vyd. Praha: Grada Publishing, 2010. 354 s. ISBN 978-80-247-3051-6.

- [11] TUENTER, H. J. H.. An Algorithm to Determine the Parameters of SU-Curves in the Johnson System of Probability Distributions by Moment Matching., *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 70 (2001), s. 325–347.
- [12] ZMEŠKAL, Zdeněk. *Finanční modely*. 2. vyd. Praha: Ekopress, s.r.o., 2004. 236 s. ISBN 80-86119-87-4.

### **Elektronické zdroje**

- [13] LEE, Alvin Y. *CorporateMetrics™ Technical Document* [online]. 1st ed. New York: RiskMetrics Group, J. P. Morgan 1999. [cit. 2011-07-26]. 135 s. Dostupné z [www: http://www.riskmetrics.com/publications/techdocs/corpovv.html](http://www.riskmetrics.com/publications/techdocs/corpovv.html)
- [14] SOMINATO Jean-Guy. *The Performance of Johnson Distributions for Computing Value at Risk and Expected Shortfall* [online]. 2011 [cit. 2012-02-12]. Dostupné z : <http://neumann.hec.ca/~p239/pageweb/jvar.pdf>
- [15] ACERBI, Carlo., NORDIO, Claudio., SIRTORI, Carlo. *Expected Shortfall as a Tool for Financial Risk Management, Working paper* [online]. 2001 [cit. 2012-02-14]. 10 s. Dostupné z [www: http://arxiv.org/pdf/cond-mat/0102304.pdf](http://arxiv.org/pdf/cond-mat/0102304.pdf)
- [16] JOHNSON, N. L. Systems of frequency curves derived from the first law of Laplace. *Trabajos de Estadística*. 1954, roč. 5, č. 3, s. 283-291. ISSN 0490-219x. DOI: 10.1007/BF03005988. Dostupné z: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/BF03005988>

### **Webové stránky**

- [17] <http://www.prestar.cz/cze/>
- [18] <http://www.i15.cz/moody-snizila-rating-zavazku-beloruska/>
- [19] [http://www.cnb.cz/cs/financni\\_trhy/devizovy\\_trh/kurzy\\_devizoveho\\_trhu/rok\\_form.jsp](http://www.cnb.cz/cs/financni_trhy/devizovy_trh/kurzy_devizoveho_trhu/rok_form.jsp)
- [20] <http://www.svobodnebelorusko.cz/aktuality/po-krizi-ekonomicke-%E2%80%93-krize-politicka-analytici-predstavuji-diagnozu-beloruska>

- [21] <http://zpravy.kurzy.cz/298756-agentura-moodys-zhorsila-vyhled-ratingu-ukrajiny-na-negativni/>
- [22] <http://www.justice.cz/xqw/xervlet/insl/index?sysinf.@typ=or&sysinf.@strana=searchSubject>
- [23] <http://www.cruonline.crugroup.com/SteelandFerroalloys/CRUSteelprices/CRUSteelPriceindexCRUspi/tabid/143/Default.aspx>
- [23] <http://www.businessinfo.cz/cz/clanek/ukrajina/ukrajina-snizeni-ratingu-moodys/1000905/62824/>



## Seznam zkratek

AIC	Akaikeho kritérium
ARCH	Autoregressive Conditional Heteroskedasticity
C	Kovarianční matice
CF	Cash Flow (peněžní toky)
C-F aproximace	Cornish-Fisherova aproximace
CFaR	Cash Flow at Risk
CFP	Cash flow z provozní činnosti
CM	Celková spotřeba materiálu
CN	Celkové náklady
CV	Celkové výnosy
CZK	Česká koruna
ČNB	Česká národní banka
ČR	České republiky
$D_t$	Absolutní cenová změna v čase $t$
EaR	Earnings at Risk
EPSaR	Earnings per Share at Risk
ETL	Expected Tail Loss
EGARCH	Exponential GARCH
EUR	Euro
EWMA	Exponentially weighted moving average
FHS	Filtrovaná historická simulace
GARCH	Generalised Autoregressive Conditional Heteroskedasticity
$h$	Sensitivity incement
H	Aktuální hodnota portfolia
IGARCH	Integrovaný GARCH (Intergrated GARCH)
K	Korelační matice
Kurz	Měnový kurz eura
M	Horní trojúhelníková matice
N	Celkový počet aktiv
$n$	Počet dnů
$p_t$	Přirozený logaritmus ceny $P_t$

$P_t$	Cena v čase t
$Pr$	Pravděpodobnost
PP a PE	Peněžní prostředky a peněžní ekvivalenty
$R_t$	Relativní cenová změna (výnos) v čase t
$r_t$	Logaritmická cenová změna (výnosy) v čase t
$r_t'$	Podmíněný výnos
ROE	Rentabilita vlastního kapitálu
S	Tržby
SaR	Sales at Risk
$S_r$	Standardizované výnosy
t	Počáteční čas
T	Tržby
TCE	Krajní podmíněné očekávání
TVaR	Tail Conditional Expectation (Krajní podmíněné očekávání)
ÚVH	Účetní výsledek hospodaření
VaR	Value at risk
VH	Výsledek hospodaření
VHFČ	Výsledek hospodaření z finanční činnosti
VHPČ	Výsledek hospodaření z provozní činnosti
ZISK	Předem stanovená hladina zisku
ZSPK	Změna stavu pracovního kapitálu
X	Náhodná veličina
$\alpha$	Hladina pravděpodobnosti
$\mu$	Střední hodnota
$\sigma$	Směrodatná odchylka
$\sigma^2$	Rozptyl
$\Phi^{-1}$	Distribuční funkce normálního normovaného rozdělení
g	Reakční funkce
$z_\alpha$	Kvantil standardizovaného normálního rozdělení
$X_h$	h-denní výnos z portfolia
$F_u(y)$	Distribuční funkce přesahující hodnotu u
$G_\xi\sigma(y)$	Paretova distribuční funkce

$\varepsilon$	Náhodná chyba
$\lambda$	Tlumící faktor
$\tau$	Šikmost
$\chi$	Extra špičatost
$\rho_{i,j}$	Koeficient korelace
$\sigma_{i,j}$	Kovariance
$\tilde{z}$	Prvotní faktor
$\Delta\tilde{\Pi}$	Přírůstek zisku
$\vec{e}$	Vektor nezávislých náhodných proměnných z normovaného normálního rozdělení

## Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 27.4.2012

.....  
Eva Dehnerová

## **Seznam příloh**

Příloha 1 - Plánované výkazy společnosti na měsíc prosinec 2011

Příloha 2 - Hodnoty měnového kurzu CZK/EUR a Evropského indexu ceny oceli